

Sicherheitselement

Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement, vorzugsweise für Wertdokumente, das zumindest einen Bereich mit einer Beugungsstruktur aufweist, die unter bestimmten Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert, wobei der Bereich Unterbereiche aufweist, die nicht an der Rekonstruktion des beugungsoptischen Bildes teilnehmen, und die eine erkennbare Information darstellen. Die Erfindung betrifft ferner einen Datenträger mit einem derartigen Sicherheitselement, einen Prägezyylinder und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Sicherheitselements bzw. Wertdokuments.

Dokumente, insbesondere Wert- und Ausweisdokumente, aber auch Handels- und Gebrauchsgüter bzw. deren Verpackungen werden zur Verhinderung von Fälschungen sowie der Überprüfbarkeit ihrer Echtheit häufig mit speziellen Sicherheitsmerkmalen ausgestattet. Aufgrund der leichten Verfügbarkeit und hohen Qualität von Reproduktionen, die mit modernen Farbkopierern oder mittels hochauflösenden Scannern und Farblaserdruckern auch von wenig geschultem Personal erstellt werden können, besteht laufend ein Bedürfnis, die Fälschungssicherheit der betreffenden Sicherheitsmerkmale zu verbessern. Zu diesem Zweck haben sich optisch variable Sicherheitselemente bewährt, die unter unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen einen unterschiedlichen optischen Eindruck erzeugen. Derartige Sicherheitselemente weisen beispielsweise optische Beugungsstrukturen auf, die unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln unterschiedliche Bilder rekonstruieren. Solche Effekte sind mit den normalen und weit verbreiteten Kopier- und Drucktechniken nicht zu reproduzieren.

Die EP 1 197 350 A2 beschreibt eine spezielle Ausführungsform eines derartigen beugungsoptischen Sicherheitselements für Wertdokumente. Es handelt sich dabei um ein so genanntes zweikanaliges Hologramm, das unter

BEST AVAILABLE COPY

verschiedenen Blickrichtungen unterschiedliche holographische Bilder rekonstruiert. Jedes holographisch reproduzierte Bild, das nur unter einer Blickrichtung visuell erkennbar ist, entspricht dabei einem Kanal. Den einzelnen Kanälen sind jeweils verschiedene Flächenbereiche des Hologramms zugeordnet. Der einem Kanal entsprechende Bereich des Hologramms kann in eine Vielzahl von Teilbereichen unterteilt sein. Diese Teilbereiche sind beispielsweise als schmale Streifen ausgeführt. Die zu verschiedenen Kanälen gehörenden Streifen werden dabei vorzugsweise alternierend angeordnet. Obwohl die jeweils zusammengehörenden Teilbereiche eines beugungsoptischen Bildes voneinander beabstandet sind, erzeugen sie unter dem vorgegebenen definierten Betrachtungswinkel ein gemeinsames Beugungsbild. In den streifenförmigen Teilbereichen werden vorzugsweise mithilfe eines Lasers Unterbereiche so verändert, dass sie an der Bildrekonstruktion nicht mehr teilnehmen und vor dem holographischen Hintergrund eine erste bzw. zweite Individualinformation darstellen.

Um diesen Effekt zu erzielen, ist es erforderlich, die mit dem Laser erzeugten Informationen sehr exakt in die jeweils zu einem Kanal gehörenden Teilbereiche bzw. Streifen einzubringen. D.h., während des Laserbeschriftungsverfahrens muss zunächst festgestellt werden, zu welchem Kanal der gerade zur Beschriftung anstehende Streifen gehört. Dies geschieht durch Überprüfen der Richtung, in welche einfallendes Licht gebeugt und damit ein holographisches Bild rekonstruiert wird. Diese Überprüfung erfolgt beispielsweise mittels fokussierten LEDs als Lichtquellen und optischen Detektoren, beispielsweise einer Kamera zur Bestimmung des zugehörigen Betrachtungswinkels. Ein derartiges Verfahren ist sehr aufwändig, insbesondere steigt der Aufwand und die erforderliche Präzision mit der Feinheit der Teilbereiche, in die die einzelnen Teilkanäle räumlich aufgelöst werden. Diese Vorge-

hensweise ist daher für ein rationalisiertes Herstellungsverfahren mit hohen Stückzahlen wenig geeignet.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitselement zu schaffen, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Insbesondere soll eine gewünschte Information rasch und mit vertretbarem apparativen Aufwand in das Sicherheitselement eingeschrieben werden können.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung werden die Unterbereiche des eingangs genannten Sicherheitselements so in den Bereich mit der Beugungsstruktur integriert, dass die durch die Unterbereiche dargestellte Information (nachfolgend als „Individualinformation“ bezeichnet) im Wesentlichen nur unter den bestimmten Beobachtungsbedingungen erkennbar ist, unter denen auch das beugungsoptische Bild erkennbar ist. D.h., rekonstruiert die Beugungsstruktur das darin gespeicherte beugungsoptische Bild unter bestimmten Beobachtungsbedingungen, beispielsweise unter einem schrägen Betrachtungswinkel, so tritt auch die Individualinformation für den Betrachter erst dann erkennbar hervor, wenn diese Beobachtungsbedingungen, wie der beispielhaft erwähnte schräge Betrachtungswinkel, durch Kippen oder Drehen des Sicherheitselements erreicht werden. Ändert man die Beobachtungsbedingungen, so dass das beugungsoptische Bild verschwindet, dann ist die Individualinformation auch nicht (oder nur schwach) zu erkennen.

Im Sinne der Erfindung ist unter einer Beugungsstruktur eine beliebige Licht beugende Struktur, wie ein echtes Hologramm, ein Regenbogenhologramm, Volumenhologramm, ein computererzeugtes Hologramm (CHG) oder eine reine Gitterstruktur, zu verstehen. Die Gitterstrukturen können dabei beliebig komplizierte Gitterbilder erzeugen, wie z.B. Kinegrame® oder dergleichen. Da sich in der Fachwelt stellvertretend für den allgemeinen Begriff „Beugungsstruktur“ der Begriff „Hologramm“ eingebürgert hat, wird aus Gründen der Anschaulichkeit auch im Folgenden an sinnvollen Stellen der Begriff „Hologramm“ verwendet, ohne dass dies eine Beschränkung darstellt.

Aus heutiger Sicht werden als Sicherheitselemente am häufigsten in Reflexion zu betrachtende Beugungsstrukturen, insbesondere so genannte Prägehologramme, verwendet. Prägehologramme zeichnen sich dadurch aus, dass die Licht beugende Struktur in eine dreidimensionale Reliefstruktur umgesetzt wird, die auf eine Prägeform übertragen wird. Mit dieser Prägeform wird üblicherweise eine Kunststoffschicht geprägt, die anschließend mit einer Reflexionsschicht versehen wird, welche die Rekonstruktion des beugungsoptischen Bildes unterstützt. Bei dieser Reflexionsschicht handelt es sich vorzugsweise um eine opake oder semitransparente Metallschicht oder eine dielektrische Schicht mit passendem Brechungsindex.

In der Praxis sind derartige Sicherheitselemente mehrschichtig aufgebaut. Sie weisen zumindest eine Kleberschicht auf, mit der sie auf dem Wertdokument etc. befestigt werden, sowie mindestens eine Kunststoffolie, in welche die Beugungsstrukturen eingeprägt sind, eine Reflexionsschicht, die extrem dünn ausgeführt der Prägestruktur folgt bzw. diese dreidimensional abdeckt sowie eine Schutzlackschicht, mit der die Beugungsstruktur vor mechanischen Beschädigungen geschützt wird.

Alternativ ist es auch denkbar, dass die Prägestruktur in die auf die Kunststoffolie aufgebrachte dünne Metallschicht eingeprägt wird oder dass die Kleberschicht auf die Schutzlackschicht aufgebracht wird, wodurch das Sicherheitselement von der „Rückseite“ her zu betrachten ist. In beiden Fällen  
5 sieht der Betrachter die Seite mit den schärferen Reliefkonturen, d.h. die Seite mit dem optimalen holographischen Effekt.

Häufig weist die die Beugungsstruktur darstellende Reliefstruktur ein symmetrisches Profil auf. In speziellen Fällen kann jedoch auch ein asymmetrisches Profil vorteilhaft sein. Derartige Reliefstrukturen werden als „asymmetrische Beugungsstrukturen“ bezeichnet.  
10

Die Erfindung wird im Folgenden, ebenfalls aus Gründen der Anschaulichkeit, an derartigen Prägehologrammen veranschaulicht. Auch dies stellt keine Beschränkung dar.  
15

Ebenfalls aus Gründen der Anschaulichkeit wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Beugungsstruktur das beugungsoptische Bild lediglich unter einem schrägen Betrachtungswinkel rekonstruiert, während es unter anderen Betrachtungswinkeln, insbesondere bei senkrechter Betrachtung, verschwindet. D.h., das Hologramm ist bei senkrechter Betrachtung des Sicherheitselements für den Betrachter nicht erkennbar und tritt erst beim Drehen oder Kippen des Sicherheitselements deutlich hervor. Die Begriffe „schräger Betrachtungswinkel“ und „senkrechter Betrachtungswinkel“ stehen hierbei stellvertretend für bestimmte Beobachtungsbedingungen, die  
20 durch Parameter, wie Lichteinfallrichtung, Lichtwellenlänge, Ordnungszahl und Gitterposition etc., definiert werden und unter denen das beugungsoptische Bild erkennbar bzw. nicht erkennbar ist. Diese Begriffe haben daher keinerlei beschränkende Wirkung.  
25

In seiner einfachsten Form weist das erfindungsgemäße Sicherheitselement der eingangs genannten Art einen in sich geschlossenen Bereich mit einer Beugungsstruktur auf, in den die Unterbereiche derart integriert sind, dass die durch die Unterbereiche dargestellte Individualinformation im Wesentlichen nur unter den bestimmten Beobachtungsbedingungen erscheint, unter denen auch das beugungsoptische Bild erkennbar ist. D.h., das Sicherheitselement weist wenigstens ein Hologramm auf, dessen Beugungsstruktur in einer zusammenhängenden Fläche angeordnet ist, ohne dass eine Auflösung in alternierend angeordnete Streifen erfolgt. Da ein in sich geschlossener Bereich mit einer Beugungsstruktur verwendet wird, kann auch auf eine aufwändige Bilderkennung verzichtet werden. Denn es ist in diesem Fall unerheblich, an welcher Stelle exakt die Unterbereiche erzeugt werden. Die Erzeugung der Unterbereiche kann daher kontinuierlich und mit für die Massenproduktion verwendbaren Mitteln durchgeführt werden.

Die Unterbereiche können je nach Art der verwendeten Beugungsstruktur bzw. je nach Aufbau des Sicherheitselements auf unterschiedliche Art und Weise erzeugt werden. Es ist lediglich darauf zu achten, dass die Unterbereiche und die sie umgebende Beugungsstruktur unter den Beobachtungsbedingungen, unter denen die Beugungsstruktur kein beugungsoptisches Bild rekonstruiert, die gleichen oder zumindest sehr ähnliche Reflexionseigenschaften aufweisen, so dass die durch die Unterbereiche dargestellte Information unter diesen Beobachtungsbedingungen keinen erkennbaren Kontrast zu ihrer Umgebung bildet.

Im Falle eines Prägehologramms kann der erfindungsgemäße Effekt beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Unterbereiche keine oder eine visuell weniger gut erkennbare Beugungsstruktur aufweisen und die Reflexionsschicht sowohl im Bereich der Beugungsstruktur als auch im Bereich

der nicht beugenden Unterbereiche vorliegt. Da die Unterbereiche keine oder eine schlechter erkennbare Beugungsstruktur aufweisen, tragen sie zur Rekonstruktion des beugungsoptischen Bildes letztendlich nicht bei und sind daher aufgrund der veränderten Reflexionsbedingungen unter den bestimmten Beobachtungsbedingungen erkennbar, unter denen auch das beugungsoptische Bild für den Betrachter erkennbar ist. Unter allen anderen Beobachtungsbedingungen erscheint der gesamte Bereich weitgehend als strukturlose Fläche. Die durch die Unterbereiche dargestellte Individualinformation kann somit vom Betrachter außerhalb der bestimmten Beobachtungsbedingungen nicht erkannt werden.

Die beugungsstrukturfreien Unterbereiche können auf beliebige Weise erzeugt werden. So kann bei einem Prägehologramm bereits der Prägestempel mit dem beugungsstrukturfreien Unterbereichen versehen sein. Alternativ kann die Beugungsstruktur zuerst vollflächig in die Kunststoffschicht eingeprägt werden. Die Unterbereiche werden dann nachträglich durch bereichsweise Zerstörung der Beugungsstruktur und/oder der Reflexionsschicht, beispielsweise mittels eines Lasers, erzeugt. In der Regel erfolgt dies unter Einwirkung des Laserstrahls durch partielles Entfernen der Reflexionsschicht. Die Individualinformation liegt in diesem Fall in Form von Unterbrechungen der Reflexionsschicht vor, wobei in diesen Bereichen auch die beugungsoptischen Strukturen mit zerstört sein können. Ist dies nicht der Fall, wird aber durch partielles Fehlen der Reflexionsschicht der beugungsoptische Effekt in diesen Bereichen so stark reduziert, dass diese Bereiche und damit die Individualinformation unter bestimmten Beobachtungsbedingungen zur holographischen Umgebung kontrastieren.

Wie bereits erwähnt, kann das Sicherheitselement auch mit zwei getrennten Reflexionsschichten ausgestattet werden, wobei die eine in der Ebene der

Prägestruktur vorgesehen ist und die andere auf der anderen Seite der Kunststoffolie. Die beiden Reflexionsschichten bestehen dabei aus Materialien mit im Wesentlichen gleichen Reflexionseigenschaften, vorzugsweise bestehen sie aus dem gleichen Material. Hierbei werden vorzugsweise Metallschichten, wie Aluminium, Kupfer oder Gold, verwendet. Die Unterbereiche entstehen in dieser Variante durch partielles Entfernen der die Beugungsstruktur tragenden Reflexionsschicht, so dass bei den meisten Beobachtungsbedingungen einfallendes Licht durch die vorderseitige und rückseitige Reflexionsschicht im Wesentlichen gleich reflektiert wird. Die Individualinformation ist daher weder bei Betrachtung in Reflexion noch im Durchlicht erkennbar. Bei bestimmten schrägen Betrachtungswinkeln dagegen sind, wie bereits erläutert, die nicht oder nur sehr schwach zur Bildrekonstruktion beitragenden Unterbereiche gegenüber der Umgebung kontrastierend erkennbar.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Unterbereiche auch durch Überdrucken der Reflexionsschicht gebildet werden. Das Überdrucken kann beispielsweise nach dem Inkjet-Verfahren erfolgen. Vorzugsweise werden die Unterbereiche mit einer neutralisierenden Druckfarbe erzeugt, d.h., es wird eine Druckfarbe verwendet, die im Wesentlichen die gleichen oder ähnliche Reflexionseigenschaften aufweist wie die Reflexionsschicht. Besteht die Reflexionsschicht aus einem Metall, wie beispielsweise Aluminium, wird für die Erzeugung der Unterbereiche vorzugsweise eine metallische Druckfarbe, wie z.B. Supersilber, verwendet. Auch in diesem Fall sind die überdruckten Bereiche unter den meisten Beobachtungsbedingungen praktisch nicht erkennbar. In den vorbestimmten Betrachtungswinkeln ergibt sich jedoch ein scharfer Kontrast, da die überdruckten Bereiche nicht an der Bildrekonstruktion des beugungsoptischen Bildes teilnehmen.



Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist die durch die Unterbereiche dargestellte Information auch unter einem von den vorbestimmten Betrachtungswinkeln verschiedenen Blickwinkel erkennbar. Die Unterbereiche bilden in diesem Fall ein nicht beugungsoptisches Kontrastbild, das insbesondere auch unter allen Betrachtungswinkeln des Sicherheitselements erkennbar ist. Diese Variante bietet den Vorteil, dass der Betrachter die Individualinformation leicht findet und erkennt. Diese ist dann einfacher auch unter dem vorgegebenen Betrachtungswinkel zu prüfen.

- 10 Die Unterbereiche können auch in diesem Fall auf unterschiedlichste Art und Weise erzeugt werden. So kann, wie bereits erläutert, die Reflexionsschicht direkt, d.h. im inneren Schichtaufbau, oder aber auf der äußeren Oberfläche des Sicherheitselements mit einer Druckfarbe, insbesondere einer metallischen Druckfarbe, überdruckt werden.

- 15 Alternativ kann auch ein Prägehologramm verwendet werden, das auf einem transparenten Träger aufgebracht ist, wobei die Unterbereiche als Aussparungen in der Reflexionsschicht vorliegen. Die durch die Unterbereiche dargestellte Information ist in diesem Fall im Durchlicht sichtbar und erscheint als nicht beugungsoptisches Kontrastbild. Besteht beispielsweise ein inhaltlicher Zusammenhang oder eine Identität zwischen dem rekonstruierten beugungsoptischen Bild, d.h. Hologramm, und der durch die Unterbereiche dargestellten Information, so kann ein Betrachter in einfacher Weise durch Vergleich der erkennbaren Informationen im Durchlicht und unter  
20  
25 den vorbestimmten Betrachtungswinkeln die Echtheit des Sicherheitselements überprüfen.

Der die erfindungsgemäße Individualinformation aufweisende Hologrammbereich kann auch in einen weiteren beugungsoptischen Bereich eingebettet

sein, wobei dieses zweite Hologramm andere Betrachtungswinkel aufweist. D.h., unter einem ersten Komplex von Betrachtungswinkeln ist lediglich das umgebende Hologramm ohne die erfindungsgemäßen Individualinformationen zu erkennen, während unter einem zweiten Komplex von Betrachtungswinkeln das erfindungsgemäße Hologramm und die durch die Unterbereiche dargestellte Individualinformation erkennbar sind.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Sicherheitselements ist die geprägte Kunststoffschicht, wie ebenfalls bereits erläutert, mit zwei getrennten Reflexionsschichten versehen. Abweichend von der bereits beschriebenen Ausführungsform (beide Reflexionsschichten weisen weitgehend die selben Reflexionseigenschaften auf), bestehen die beiden Reflexionsschichten in einer alternativen Ausführungsform aus verschiedenfarbigen Materialien, wie beispielsweise verschiedenfarbigen Metallen oder Farben. So kann die erste die Rekonstruktion des Hologramms unterstützende Reflexionsschicht aus Aluminium bestehen, während die gegenüberliegende Reflexionsschicht beispielsweise als Kupfer- oder Goldschicht ausgestaltet ist. Neben den sicherheitstechnischen Aspekten wird auf diese Weise zusätzlich auch ein visuell ansprechender Effekt erzielt, weil sich die Individualinformation durch die beiden kontrastierenden Metallschichten unter beliebigen Betrachtungswinkeln farblich von der zweiten Metallfläche abhebt und auch unter dem vorgegebenen Betrachtungswinkel zur holographischen Umgebung kontrastiert.

Das erfindungsgemäße Sicherheitselement kann selbstverständlich mehrere der oben beschriebenen Hologrammbereiche mit entsprechenden Unterbereichen aufweisen. Vorteilhafterweise grenzen derartige Hologrammbereiche direkt aneinander und die Hologramme sind unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln erkennbar. Die Betrachtungswinkel der einzelnen Ho-

logramme können sich dabei um beliebige Winkel unterscheiden. Weist das Sicherheitselement lediglich zwei solcher Hologrammbereiche auf, kann es vorteilhaft sein, dass sich die Betrachtungswinkel der Hologramme um Winkel bis zu  $90^\circ$  und mehr unterscheiden.

5

Es sind jedoch auch Ausführungsformen möglich, bei denen sich die Betrachtungswinkel lediglich um kleine Winkelbereiche unterscheiden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn eine Vielzahl von erfindungsgemäßen Hologrammbereichen zu einem Gesamtbild zusammengesetzt wird. So kann

10

beispielsweise eine Kreisfläche aus Kreissegmenten zusammengesetzt werden, die sich im Betrachtungswinkel um jeweils einen kleinen Winkelbereich unterscheiden. Beim Drehen oder Kippen des Sicherheitselements werden

die einzelnen Hologramme der Kreissegmente nacheinander sichtbar und damit auch die durch die jeweiligen Unterbereiche dargestellten Individual-  
15 informationen.

15

Analog verhält sich eine Kreisfläche, die aus konzentrischen Kreisringen zusammengesetzt ist, wobei jeder Kreisring ein Hologramm aufweist, das unter einem bestimmten, von seinen benachbarten Kreisringen unterschiedli-  
20 chen Betrachtungswinkel erkennbar ist. Selbstverständlich können die einzelnen Hologrammbereiche auch jede beliebige andere geometrische Formen, wie Rechtecke, Streifen etc., aufweisen.

20

Die Erfindung wurde bisher lediglich an Hologrammbereichen beschrieben,  
25 die eine in sich geschlossene geometrische Form aufweisen. Es ist jedoch auch möglich, einen Hologrammbereich aus mehreren Teilbereichen zusammenzusetzen. Dabei kann es sich im einfachsten Fall um einzelne Pixelelemente, vorzugsweise rechteckige Pixelelemente handeln, die zu dem erfindungsgemäßen Hologrammbereich zusammengesetzt werden, der unter

25

vorbestimmten Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert.

- In einer weiteren Ausführungsform weist das Sicherheitselement wenigstens
- 5 zwei Hologrammbereiche auf, die unter verschiedenen Komplexen von Betrachtungswinkeln ein beugungsoptisches Bild rekonstruieren, wobei jeder der Hologrammbereiche auch aus mehreren Teilbereichen bestehen kann. Die Teilbereiche der unterschiedlichen beugungsoptischen Bereiche können dabei auch, wie aus dem Stand der Technik bekannt, als Zwei- oder Mehr-
- 10 kanalhologramme ineinander verschachtelt sein. Die Teilbereiche können dabei mit bloßem Auge nicht aufgelöst werden, tragen jedoch gemeinsam zur Rekonstruktion des jeweiligen beugungsoptischen Effektes bei. Vorzugsweise weisen die Teilbereiche eine streifenförmige Geometrie auf und
- die zu unterschiedlichen Hologrammbereichen gehörenden Teilbereiche
- 15 werden alternierend angeordnet. Schließlich können auch diese Teilbereiche wiederum aus einzelnen Pixelelementen zusammengesetzt sein.

- Um auch derart ineinander verschachtelte Zwei- oder Mehrkanalhologramme ohne hohen apparativen und zeitlichen Aufwand mit den erfindungsgemäßen Individualinformationen versehen zu können, wird beispielsweise in
- 20 den einzelnen Kanälen der Hologrammbereiche die gleiche Individualinformation in Form der erfindungsgemäßen Unterbereiche eingebracht. D.h., unter den verschiedenen Betrachtungswinkeln der Hologramme ist jeweils die gleiche Individualinformation vor dem jeweiligen beugungsoptischen
- 25 Hintergrund erkennbar.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Linienbreite der Individualinformation mindestens so groß gewählt wie die Summe der Breiten der zu unterschiedlichen Hologrammen gehörenden Teilbereiche bzw. Streifen.

Die durch die Unterbereiche dargestellte Individualinformation ist somit ebenfalls unter den jeweiligen Betrachtungswinkeln der Hologramme erkennbar, und ist für alle Hologrammbereiche (Kanäle) identisch.

- 5 Die Teilbereiche der einzelnen Hologramme weisen eine Breite von ca. 1  $\mu\text{m}$  bis ca. 200  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise von ca. 50  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$  auf. Die Linienbreite der Individualinformation hängt von der Zahl der ineinander geschachtelten Hologramme ab. Bei Verwendung von zwei holographischen Kanälen ist die Linienbreite somit mindestens 40  $\mu\text{m}$  bzw. 100  $\mu\text{m}$  breit. In der Praxis dürfte
- 10 jedoch wegen der besseren Erkennbarkeit eine Linienbreite von 500  $\mu\text{m}$  oder mehr sinnvoll sein. Die Einzellinien der Individualinformationen erstrecken sich somit in der Regel jeweils über viele Streifen eines Hologrammkanaals. Obwohl sich die Individualinformation eines Hologrammkanaals aus den diesem Kanal zugeordneten alternierenden Teilbereichen zusammensetzt,
- 15 erscheint sie dem Betrachter, wenn mehrere Teilbereiche bzw. Streifen pro Einzellinie erfasst werden, doch nicht zerstückelt, sondern homogen und in sich geschlossen.

- In allen geschilderten Ausführungsvarianten können die Individualinformationen der einzelnen Hologrammbereiche auch jeweils einen Teil einer zusammengehörigen Gesamtinformation darstellen. So können beispielsweise die ersten vier Ziffern einer 8-stelligen Seriennummer in einem ersten Hologrammbereich als erfindungsgemäße Unterbereiche eingeschrieben sein und die zweiten vier Ziffern in einem zweiten Hologrammbereich, der sich vom
- 20 ersten Hologrammbereich insbesondere durch andere Betrachtungswinkel unterscheidet. Je nach Ausgestaltung der Unterbereiche kann die Gesamtinformation, d.h. die vollständige 8-stellige Seriennummer beispielsweise bei senkrechter Betrachtung lesbar sein. Bei Betrachtung des ersten Hologrammbereichs unter ersten entsprechenden schrägen Betrachtungswinkeln
- 25

dagegen sind lediglich die ersten vier Ziffern, bei Betrachtung des Sicherheitselement unter zweiten schrägen Betrachtungswinkeln des zweiten Hologramms die zweiten vier Ziffern zu erkennen. Damit kann der Betrachter ohne zusätzliche Hilfsmittel die Korrektheit der Gesamtinformation überprüfen.

- Bei den eingeschriebenen Informationen kann es sich um beliebige Informationen, wie die bereits erwähnte Seriennummer oder eine andere Identifizierungsnummer oder ein beliebiges optisches Bild, Muster, Logo etc., handeln.
- 10 Wie ebenfalls bereits erläutert, können die Betrachtungswinkel der einzelnen Bereiche so aufeinander abgestimmt werden, dass die durch die Unterbereiche dargestellten Informationen der einzelnen Bereiche durch Drehen und/oder Kippen des Sicherheitselements sukzessive erkennbar werden.
- 15 Das Sicherheitselement kann schließlich weitere Sicherheitsmerkmale, wie eine Beugungsstruktur ohne Unterbereiche oder völlig andere Sicherheitsmerkmale, wie beispielsweise lumineszierende und/oder magnetische und/oder thermochrome Sicherheitsmerkmale aufweisen.
- 20 Bei dem Sicherheitselement selbst handelt es sich beispielsweise um einen Sicherheitsfaden, der in ein Wertpapier zumindest teilweise eingebettet wird. Das Sicherheitselement kann jedoch auch vollflächig auf der Oberfläche eines zu sichernden Werdokuments oder Wertgegenstands in Form eines beliebig geformten Labels oder Sicherheitsstreifens aufgebracht sein. Dabei kann es sich um ein selbsttragendes Etikett oder ein Transferelement
- 25 handeln, das in einem Transferverfahren, insbesondere Heißprägeverfahren, von einer vorbereiteten Trägerfolie auf das Werdokument bzw. den Wertgegenstand übertragen wird.

Wie bereits erwähnt, können die Sicherheitselemente auf beliebige Wertgegenstände, insbesondere Wertdokumente, Banknoten, Pässe, Ausweisdokumente oder dergleichen, aufgebracht werden. Aber auch andere Wertgegenstände, wie Verpackungen hochwertiger Produkte oder hochwertige Produkte selbst, können mit einem derartigen Sicherheitselement versehen werden.

Weitere Ausführungsbeispiele sowie Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Zur besseren Anschaulichkeit wird in den Figuren auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Darstellung verzichtet.

Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Banknote,

15

Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement im Querschnitt,

Fig. 3 Transfer eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements auf ein Wertdokument,

20

Fig. 4 schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sicherheitselements in Aufsicht,

Fig. 5 schematischer Aufbau eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements im Querschnitt,

25

Fig. 6 - 11 weitere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Sicherheitselements in Aufsicht,

- Fig. 12 Querschnitt durch das Sicherheitselement gemäß Fig. 11 entlang der Linie X - X,
- 5 Fig. 13, 14 weitere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Sicherheitselements in Aufsicht,
- Fig. 15 schematischer Schichtaufbau des Sicherheitselements gemäß Fig. 13, 14 im Querschnitt,
- 10 Fig. 16 Variante des Schichtaufbaus des Sicherheitselements im Querschnitt,
- 15 Fig. 17 - 19 weitere Varianten des erfindungsgemäßen Sicherheitselements in Aufsicht,
- Fig. 20, 21 weitere Varianten des erfindungsgemäßen Sicherheitselements im Querschnitt,
- 20 Fig. 22 Prinzipdarstellung der Vervielfältigung von Prägestempeln und Prägehologrammen,
- Fig. 23 schematische Darstellung der Übertragung einer Beugungsstruktur von einem Prägestempel in eine Folie, und
- 25 Fig. 24 Prinzipdarstellung eines Querschnitts durch einen Prägestempel mit einer asymmetrischen Beugungsstruktur.



Fig. 1 zeigt eine Banknote 100, die mit wenigstens einem erfindungsgemäßen Sicherheitselement 10 versehen ist. Die Banknote kann selbstverständlich weitere Sicherheitselemente, wie beispielsweise einen Sicherheitsfaden 1, aufweisen. In Fig. 1 ist ein derartiger Sicherheitsfaden 1 als so genannter Fenstersicherheitsfaden dargestellt. Ein Fenstersicherheitsfaden zeichnet sich dadurch aus, dass er nur teilweise in das Banknotenpapier eingebettet ist und in bestimmten Bereichen, den so genannten Fenstern, die in der Figur schraffiert dargestellt sind, direkt an die Oberfläche der Banknote 100 tritt.

- 10 Das Sicherheitselement 10 ist im gezeigten Beispiel als rechteckiges Etikett dargestellt. Es kann selbstverständlich auch jede beliebige andere Form aufweisen. So kann das Sicherheitselement 10 beispielsweise auch in Form eines Streifens auf der Oberfläche der Banknote 100 angeordnet werden, der sich über die gesamte Breite oder Länge der Banknote 100 erstreckt. Alternativ
- 15 kann das Sicherheitselement 10 auch in Form eines Sicherheitsfadens ausgeführt werden und analog zum gezeigten Sicherheitsfaden 1 als Fenstersicherheitsfaden in die Banknote 100 eingebettet werden.

- Fig. 2 zeigt den Querschnitt eines mehrschichtigen Transferelements 11, das als Sicherheitselement 10 verwendet werden kann. Das Transferelement 11 besteht aus einer stabilen, selbsttragenden Trägerfolie 2, optional einer Release- bzw. Trennschicht 3, einer Prägefolie 4, einer ersten Reflexionsschicht 5, einer Schutzlackschicht 6, einer zweiten Reflexionsschicht 7 und einer Kleberschicht 8. Die in Fig. 2 dargestellten Schichten entsprechen in den Proportionen nicht den realen Verhältnissen. Sie veranschaulichen vielmehr nur die grundsätzlichen Zusammenhänge. Die Schichten 3 bis 8 weisen in der Praxis zusammen etwa 50 µm Dicke auf. Die Trägerschicht 2 hat eine Schichtdicke von 100 µm und mehr. Diese Trägerschicht wird nach dem Transfer der Effektschicht 9 auf das Werdokument wieder abgezogen.
- 20
- 25

Den gleichen Schichtaufbau zeigt ein Folienmaterial für ein Sicherheitselement 10, das als Etikettenmaterial verwendet wird. In diesem Fall ist die Trägerschicht 2 unlösbar mit der Effektschicht 9 verbunden. Es fehlt daher die Releaseschicht 3 oder sie wird durch eine Haftvermittlerschicht ersetzt.

- 5 Die Kleberschicht 8 kann von einer zusätzlichen, in der Figur nicht dargestellten Schutzschicht, wie beispielsweise Silikonpapier, abgedeckt sein, die vor dem Transfer auf die Banknote 100 entfernt wird. Aus dieser Transferfolie 11 werden die Sicherheitselemente 10 in der gewünschten Umrissform ausgestanzt und anschließend an einer entsprechenden Stelle der Banknote 100 platziert.

- Falls die Folie als Sicherheitsfadenmaterial verwendet werden soll, besteht die Schicht 8 üblicherweise aus einem Heißsiegellack. Die Schichten 2 und 3 können gegebenenfalls entfallen. Die Transferfolie 11 wird in diesem Fall in 15 Fäden der gewünschten Breite geschnitten, die anschließend an die Papiermaschine herangeführt und während der Blattbildung in das Sicherheitspapier eingebettet werden. Dieses Sicherheitspapier wird anschließend zu den endgültigen Banknoten 100 weiterverarbeitet.

- 20 Fig. 3 zeigt die Aufbringung des Sicherheitselements 10 auf das Wertdokument, bzw. die Banknote 100. Wie anfangs erwähnt, ist die Folie 11 als Transferfolie ausgebildet. Sie besteht aus einer Trägerfolie 2, auf der ebenfalls die sicherheitstechnisch relevante Effektschicht 9 angeordnet ist. In diesem Fall muss die Effektschicht 9 relativ leicht von der Trägerfolie 2 ablösbar sein. Zu 25 diesem Zweck kann, falls notwendig, eine Trennschicht 3 zwischen der Trägerfolie 2 und der mehrschichtig ausgeführten Effektschicht 9 angeordnet sein. Die Effektschicht 9 ist ebenfalls mit einer Kleberschicht 8, vorzugsweise einer Heißkleberschicht, versehen. Für den Übertrag der Effektschicht 9 auf die Banknote 100 wird die Transferfolie 11 mit der Kleberschicht 8 auf die

Banknote 100 aufgelegt. Handelt es sich bei der Kleberschicht 8 um eine Heißschmelzkleberschicht, so wird die Kleberschicht 8 in einem bestimmten Bereich durch Wärme und Druck aktiviert, was in Fig. 3 durch den Stempel 15 angedeutet wird. In diesem begrenzten Bereich, welcher der Umrissform des gewünschten Sicherheitselements entspricht, haftet die Kleberschicht 8 an der Banknote 100. Beim Abziehen der Endlosfolie 11 reißt die Effektschicht 9 im Randbereich der aktivierten Kleberschicht 8 und verbleibt somit ebenfalls auf der Banknote 100. Die restlichen Bereiche der Effektschicht 9 sowie der Kleberschicht 8 verbleiben auf der Trägerschicht 2 und werden rückstandslos von der Banknote 100 entfernt.

Aus diesem Verfahren zur Aufbringung der Sicherheitselemente ergibt sich, dass die Schichtfolge der Effektschicht 9 auf dem Trägermaterial in der umgekehrten Reihenfolge aufgebracht werden muss, wie sie am fertigen Produkt vorliegen soll.

Die in den Fig. 2 und 3 dargestellten grundsätzlichen Varianten des Sicherheitselements 10 lassen sich selbstverständlich auch auf andere Wertdokumente, wie beispielsweise Ausweiskarten, Schecks, Tickets etc., auf- bzw. einbringen. Ebenso können die Sicherheitselemente 10 zur Absicherung jedweder anderer geldwerter Gegenstände und zur Produktsicherung beliebiger Waren und derer Verpackungen verwendet werden.

Die in den Fig. 2 und 3 als sicherheitstechnisch relevante Effektschicht 9 kann, wie bereits erwähnt, mehrschichtig ausgeführt sein. Sie kann neben dem erfindungsgemäßen sicherheitstechnisch relevanten Schichtaufbau auch weitere Sicherheitsmerkmale, wie beispielsweise eine lumineszierende und/oder magnetische und/oder thermochrome und/oder auch elektrisch leitfähige Schicht aufweisen.

Im Folgenden werden besondere Ausführungsbeispiele der erfindungsge-  
mäßen sicherheitstechnisch relevanten Schichtaufbauten erläutert, die allein  
oder in Kombination mit weiteren Sicherheitsmerkmalen die Effektschicht 9  
bilden. Die sich aus den unterschiedlichen Verwendungszwecken bzw. Auf-  
5 bringungstechniken, wie Etikettenmaterial oder Transfermaterial, ergebenden  
Schichtfolgen bleiben dabei unberücksichtigt.

Beispiel 1, (Fig. 4, 5)

10 Die Fig. 4 und 5 zeigen eine Ausführungsvariante des Sicherheitselements 10  
in Aufsicht bzw. im Querschnitt, bei welcher das Sicherheitselement 10 le-  
diglich einen in sich geschlossenen Bereich 12 mit einer Beugungsstruktur  
aufweist. Wie bereits erläutert, ist die konkrete Ausgestaltung dieser Beu-  
gungsstruktur für die Erfindung unerheblich. Wesentlich ist lediglich, dass  
15 die Beugungsstruktur solche Betrachtungswinkel aufweist, in welchen der  
beugungsoptische Effekt bei Lichteinfall rekonstruiert wird, während unter  
anderen Betrachtungswinkeln dieser beugungsoptische Effekt nicht oder nur  
diffus wahrnehmbar ist. Pfeil B in Fig. 5 steht hier stellvertretend für die Be-  
trachtungswinkel, in denen der beugungsoptische Effekt erkennbar ist. D.h.,  
20 bei Betrachtung des Bereichs 12 in einem engen Winkelbereich um diese  
vorbestimmte Betrachtungsrichtung B nimmt der Betrachter den durch die  
Beugungsstruktur erzeugten beugungsoptischen Effekt wahr, während unter  
anderen Betrachtungswinkeln dieser beugungsoptische Effekt nicht oder nur  
diffus wahrnehmbar ist.

25

Die Betrachtungsrichtung B des in Fig. 4 und 5 gezeigten Sicherheitselements  
10 kann durch den Betrachtungswinkel  $\vartheta = -45^\circ$  angegeben werden. Aus  
Gründen der Anschaulichkeit wird, wie ebenfalls bereits eingangs erwähnt,  
davon ausgegangen, dass das beugungsoptische Bild unter schrägen Be-

trachtungswinkeln rekonstruiert wird, während es bei senkrechter Betrachtung S nicht oder nur diffus wahrnehmbar ist.

5 Dieser Bereich 12 weist erfindungsgemäß Unterbereiche 14 auf, die ebenfalls nur bei Betrachtung unter denselben Betrachtungswinkeln erkennbar sind, unter denen auch der beugungsoptische Effekt bei Lichteinfall rekonstruiert wird. Im gezeigten Beispiel ist das bei schräger Betrachtung entlang Pfeil B der Fall. Bei Betrachtung unter Betrachtungswinkeln, in welchen der beugungsoptische Effekt bei Lichteinfall nicht rekonstruiert wird, hier bei senkrechter Betrachtung, bilden die Unterbereiche 14 keinen dominanten Kon-  
10 trast zu ihrer Umgebung und können daher nicht oder nur schwach wahrgenommen werden. Aus diesem Grund sind die Unterbereiche 14 in Fig. 4 gestrichelt dargestellt. Im gezeigten Beispiel handelt es sich bei der durch die Unterbereiche 14 dargestellten Information um die 8-stellige Seriennummer  
15 der Banknote 100.

In Fig. 5 ist das Sicherheitselement 10 im Querschnitt entlang der Linie III - III dargestellt. Im vorliegenden Beispiel ist das Sicherheitselement 10 als Prägehologramm ausgebildet. Es weist daher zwei transparente Kunststoff-  
20 schichten 24, 28 auf, deren Grenzfläche in Form der geprägten Beugungsstruktur 21 ausgebildet ist. In welche der Kunststoffschichten 24, 28 die Beugungsstruktur 21 tatsächlich eingeprägt wird, hängt dabei von der für die Aufbringung des Sicherheitselements 10 verwendeten Endlosfolie 11 (Etiketen- bzw. Sicherheitsfadenmaterial oder Transferfolie) ab.

25

Die geprägte Beugungsstruktur 21 ist mit einer Reflexionsschicht 26, vorzugsweise einer Metallschicht, versehen, die Aussparungen 25 aufweist. Die Aussparungen 25 liegen dabei in Form der in Fig. 4 gestrichelt dargestellten Seriennummer vor. Die gegenüberliegende Oberfläche der Kunststoffschicht

24 ist ebenfalls mit einer Reflexionsschicht 22 versehen, die im Wesentlichen die gleichen Reflexionseigenschaften aufweist wie die Reflexionsschicht 26. Vorzugsweise werden für beide Reflexionsschichten 22, 26 die gleichen Metalle, wie beispielsweise Aluminium, verwendet.

5

Die Kunststoffschichten 24, 28 werden dabei so gewählt, dass sie einen möglichst ähnlichen Brechungsindex aufweisen, so dass in den reflexionsschichtfreien Zwischenbereichen 25 der beugungsoptische Effekt verschwindet.

Vorzugsweise bestehen die Kunststoffschichten 24, 28 daher aus dem glei-

10

chen Kunststoffmaterial.

Bei Betrachtung dieses Sicherheitselements 10 aus Richtungen, unter denen kein beugungsoptisches Bild rekonstruiert wird, z.B. bei senkrechter Betrachtung (Richtung S), nimmt der Betrachter in erster Linie die spiegelnden Ei-

15

genschaften der Reflexionsschichten 22, 26 wahr. In den Aussparungen 25 ist

dabei die darunter liegende Reflexionsschicht 22 sichtbar. Bestehen die Re-

flexionsschichten 22, 26 beispielsweise aus Aluminium, so nimmt der Be-

trachter bei senkrechter Betrachtung das Sicherheitselement 10 als struktur-

lose, glänzende Fläche wahr. Bei Betrachtung aus Richtungen, unter welchen

20

ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert wird, hier bei schräger Betrachtung

(Richtung B), bilden die Aussparungen 25 Fehlstellen in dem rekonstruierten

beugungsoptischen Bild. Der Informationsgehalt der Aussparungen er-

scheint somit für den Betrachter als dunkle Information vor einem ansonsten

hellen beugungsoptischen Bild.

25

Somit bilden die Aussparungen 25 und die darunter liegende Reflexions-

schicht 22 im Zusammenspiel die erfindungsgemäßen Unterbereiche 14. Die

Aussparungen 25 werden dabei vorzugsweise erst nach Aufbringung des

Sicherheitselements 10 auf die Banknote 100 erzeugt. D.h., die für das Si-

cherheitselement 10 verwendete Folie weist zwei durchgehende Reflexions-  
schichten 22, 26 auf. Erst wenn das Sicherheitselement 10 in der gewünschten  
Umrissform auf die Banknote 100 übertragen wurde, werden die Ausspa-  
rungen 25 in Form der durch die Unterbereiche 14 dargestellten Serien-  
5 nummer gemäß Fig. 4 erzeugt. Dies geschieht vorzugsweise mithilfe eines  
Lasers, der die Metallschicht 26 in den gewünschten Bereichen entfernt. Dies  
erreicht man durch Fokussieren des Laserstrahls auf die Ebene der Metall-  
schicht 26 und Ablenken des Laserstrahls in x- und y-Richtung gemäß der zu  
erzeugenden Individualinformationen. Der hohe Absorptionskoeffizient des  
10 Metalls bewirkt, dass die Laserenergie das Metall verdampft. Dabei oxidiert  
das Metall nahezu instantan. Da diese Metalloxide nahezu transparent sind,  
erscheinen die mit dem Laser beaufschlagten Bereiche anschließend als  
transparente Bereiche in der Metallschicht. Durch gezielte Steuerung der La-  
serstrahlenergie und Einwirkzeit kann zudem verhindert werden, dass die  
15 zweite Metallschicht 22 beeinträchtigt wird.

Auf diese Weise kann jede Banknote in einem der letzten Herstellungsschrit-  
te auf einfache und schnelle Art und Weise mit einer sie individualisierenden  
Information, wie der Seriennummer, versehen werden.

20 Sofern die Unterbereiche 14 lediglich eine für eine größere Anzahl von  
Wertdokumenten individualisierende Information, wie beispielsweise die  
Denomination der Banknote, darstellen sollen, können auch andere Verfah-  
ren zur Herstellung der Aussparungen 25 verwendet werden. In diesem Fall  
25 können die Aussparungen 25 bereits während der Herstellung der Endlos-  
folie, beispielsweise mittels Ätz- oder Waschverfahren, erzeugt werden.  
Selbstverständlich können auch hier Laserbeschriftungsverfahren eingesetzt  
werden.

Beispiel 2 (Fig. 4, 5)

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung weist das Sicherheitselement 10 ebenfalls den in Fig. 5 dargestellten Schichtaufbau auf. Allerdings besteht die Reflexionsschicht 22 in diesem Fall aus einem zur Reflexionsschicht 26 kontrastierenden Material, vorzugsweise aus einem andersfarbigen Metall. Besteht die Reflexionsschicht 26 aus einer Aluminiumschicht, so kann für die Reflexionsschicht 22 beispielsweise eine Kupferschicht verwendet werden. In diesem Fall erscheinen die Aussparungen 25 für den Betrachter aufgrund der unterschiedlichen Farben der beiden Reflexionsschichten 22, 26 bei senkrechter Betrachtung als ein nicht beugungsoptisches Kontrastbild. Der Betrachter kann daher den Informationsgehalt des Kontrastbildes, im vorliegenden Beispiel die Seriennummer, auch bei senkrechter Betrachtung als kupferfarbene Bereiche vor silbernem Hintergrund erkennen. Da die Schicht 24 relativ dünn ist, entsteht für den Betrachter der Eindruck, als wären die Aussparungen 25 mit einem anderen Material, im vorliegenden Fall Kupfer, ausgefüllt. Zudem sind, wie im obigen Beispiel bereits erläutert, die Aussparungen 25 bei schräger Betrachtung als dunkle Information vor einem hellen beugungsoptischen Bild zu erkennen. Diese Übereinstimmung zwischen den bei senkrechter und schräger Betrachtung erkennbaren, nicht beugungsoptischen Informationen erhöht den Wert der Individualdaten und kann als Echtheitsmerkmal verwendet werden.

Anstelle von Kupfer können selbstverständlich auch andere reflektierende Metallschichten, wie beispielsweise Gold- oder Nickelschichten, verwendet werden. Auch andere kontrastierende Materialien, wie Druckschichten, beispielsweise metallische Druckschichten, sind möglich.



Beispiel 3 (Fig. 6, 7)

Die Fig. 6 und 7 zeigen weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Sicherheitselements in Aufsicht. Diese Sicherheitselemente zeichnen sich  
5 dadurch aus, dass sie zwei in sich geschlossene Bereiche aufweisen, die vorzugsweise direkt aneinander grenzen.

In Fig. 6 ist ein Sicherheitselement 30 gezeigt, das zwei rechteckige, übereinander angeordnete Bereiche 32A, 32B aufweist, die jeweils eine Beugungsstruktur aufweisen. Der durch die jeweiligen Beugungsstrukturen rekonstruierte Bildinhalt kann für die beiden Bereiche identisch, aber auch unterschiedlich sein. In jedem Fall müssen sich die Betrachtungswinkel der in den  
10 Bereichen 32A, 32B angeordneten Beugungsstrukturen unterscheiden. Im gezeigten Beispiel ist die im Bereich 32A angeordnete Beugungsstruktur nur bei schräger Betrachtung von links (Pfeil L) zu erkennen, während die im Bereich 32B angeordnete Beugungsstruktur lediglich bei schräger Betrachtung von rechts (Pfeil R) erkennbar ist. Erfindungsgemäß weisen die Bereiche 32A, 32B Individualinformationen 34A, 34B auf, die in Fig. 6 und den  
15 nachfolgenden Figuren durch Schlangenlinien schematisch dargestellt sind. Die durch die Unterbereiche 34A, 34B dargestellte Information kann für beide Bereiche 32A, 32B gleich oder unterschiedlich sein. So ist es beispielsweise denkbar, dass die Unterbereiche 34A die ersten vier Ziffern der 8-stelligen Seriennummer darstellen, während die Unterbereiche 34B die zweiten vier Ziffern dieser Seriennummer darstellen. Es ist aber auch möglich, in beiden  
20 Bereichen die vollständige, gleiche Seriennummer vorzusehen.

Entspricht der Schichtaufbau dem Beispiel 1, so sind die Unterbereiche 34A, 34B bei senkrechter Betrachtung des Sicherheitselements nicht zu erkennen. Bei schräger Betrachtung von links nimmt der Betrachter die durch die Un-

terbereiche 34A dargestellte Information vor der beugungsoptischen Umgebung des Bereichs 32A wahr, während er bei Betrachtung von rechts lediglich die durch die Unterbereiche 34B dargestellte Information des Bereichs 32B erkennt. Diese durch die Unterbereiche 34A, 34B dargestellten Teilin-  
5 formationen können mit der in üblicher Form aufgedruckten Seriennummer übereinstimmen und somit mit dieser verglichen werden.

Analog zu Beispiel 2 können die Unterbereiche 34A, 34B bei senkrechter Betrachtung eine zur Umgebung kontrastierende Farbe aufweisen. In diesem  
10 Fall sind bei senkrechter Betrachtung des Sicherheitselements 30 sowohl die durch die Unterbereiche 34A dargestellte Information als auch die durch die Unterbereiche 34B dargestellte Information deutlich zu erkennen. Bei schräger Betrachtung von links dagegen tritt die durch die Unterbereiche 34A  
15 dargestellte Information vor dem rekonstruierten beugungsoptischen Bild des Bereichs 32A deutlich kontrastierend hervor, während bei schräger Betrachtung von rechts die durch die Unterbereiche 34B dargestellte Information dominiert. Ergänzen sich, wie bereits erwähnt, die durch die Unterbereiche 34A, 34B dargestellten Informationen zur Seriennummer, so ist bei senkrechter Betrachtung die vollständige Seriennummer erkennbar und kann mit  
20 den bei schräger Betrachtung von links bzw. bei schräger Betrachtung von rechts erkennbaren Ziffernblöcken verglichen werden.

Fig. 7 zeigt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 6, bei welcher die beiden Bereiche 32A und 32B nebeneinander angeordnet sind.  
25 Sieht man in den Bereichen 32A und 32B Teilinformationen vor, eignet sich diese Ausführungsform besonders, weil dabei die Teilinformationen wie üblich in einer Reihe nebeneinander angeordnet sind.

Beispiel 4 (Fig. 8)

Fig. 8 zeigt eine weitere Variante des im Zusammenhang mit Fig. 6 und 7 erläuterten Sicherheitselements. In diesem Fall weist das Sicherheitselement 40 eine Vielzahl der bereits erläuterten beugungsoptischen Bereiche auf. Im konkret dargestellten Beispiel handelt es sich um vier rechteckige Bereiche 42A – 42D, die neben- bzw. untereinander angeordnet sind. Auch hier unterscheiden sich die Betrachtungswinkel der in den Bereichen 42A – 42D angeordneten Beugungsstrukturen. Die den einzelnen Bereichen 42A – 42D zugeordneten Betrachtungsrichtungen sind in der Fig. 8 durch die Pfeile angedeutet. D.h., durch Kippen und/oder Drehen des Sicherheitselements 40 bzw. der Banknote 100 werden nacheinander die einzelnen beugungsoptischen Bilder der Bereiche 42A – 42D und die in den jeweiligen Bereichen angeordneten Unterbereiche erkennbar.

Die schrägen Betrachtungswinkel für die Bereiche 42A – 42B betragen dabei beispielsweise  $-45^\circ$ ,  $-15^\circ$ ,  $+15^\circ$ ,  $+45^\circ$ . Hält ein Betrachter die Banknote 100 mit dem Sicherheitselement 40 unter einem Winkel von  $-45^\circ$  schräg nach links und kippt die Banknote nun in  $30^\circ$ -Schritten über  $-15^\circ$  und  $+15^\circ$  bis  $+45^\circ$  nach rechts, so erkennt er sukzessiv die durch die Unterbereiche dargestellten Informationen vor den jeweiligen rekonstruierten beugungsoptischen Bildern der Bereiche 42A – 42D.

Auch hier können alle durch die Unterbereiche dargestellten Informationen bei senkrechter Betrachtung sichtbar sein. Ebenso können alle Informationen identisch sein oder in einem beliebigen inhaltlichen Zusammenhang stehen.

Beispiel 5 ( Fig. 9)

Die Fig. 9 und 10 verdeutlichen nochmals, dass die mit den Beugungsstrukturen bzw. Unterbereichen versehenen Bereiche nicht notwendigerweise rechteckig ausgeführt werden müssen. So ist beispielsweise in Fig. 9 ein kreisscheibenförmiges Sicherheitselement 50 dargestellt, das 12 erfindungsgemäße Bereichen 52-0 bis 52-11 aufweist, die jeweils ein Kreissegment der Kreisscheibe bilden. Die Betrachtungswinkel der in den jeweiligen Bereichen 52-0 bis 52-11 angeordneten Beugungsstrukturen sind dabei so gewählt, dass die durch die jeweiligen Beugungsstrukturen rekonstruierten beugungsoptischen Bilder für den Betrachter beim Drehen des Sicherheitselements 50 nacheinander erkennbar werden. Im gezeigten Ausführungsbeispiels betragen die schrägen Betrachtungswinkel z.B.  $-30^\circ$ ,  $-25^\circ$ ,  $-20^\circ$ ,  $-15^\circ$ ,  $-10^\circ$ ,  $-5^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $25^\circ$ , wobei der Betrachtungswinkel  $-30^\circ$  (d.h.  $30^\circ$  nach links gekippt) für das mittlere untere Feld 52-8 gilt, der Betrachtungswinkel  $-25^\circ$  (d.h.  $25^\circ$  nach links gekippt) für das links daneben liegende Feld 52-7. Die angegebenen Winkel werden entsprechend im Uhrzeigersinn zugeordnet, so dass dem Feld 52-10 der Betrachtungswinkel  $+25^\circ$  (d.h.  $25^\circ$  nach rechts gekippt) zugeordnet wird.

Es gibt natürlich viele Möglichkeiten, die Kreissegmente beugungsoptisch beim Kippen oder Drehen hintereinander aufleuchten zu lassen, z.B. können die Felder auch so belegt werden, dass bei Beleuchtung schräg von vorne und senkrechter Betrachtung die Felder beim Drehen des Sicherheitselements in der Ebene nacheinander aufleuchten. In diesem Fall ist ein asymmetrisches Profil des Gitters erforderlich, da bei einem symmetrischen Profil gegenüberliegende Felder, deren Gitterbelegung um  $180^\circ$  gedreht ist, gleichzeitig aufleuchten. Durch das asymmetrische Profil wird also sichergestellt, dass nur ein Feld aufleuchtet, während die übrigen Felder dunkel bleiben

Im gezeigten Beispiel sind die in die einzelnen Bereiche 52-0 bis 52-11 eingebrachten Unterbereiche entlang eines Rings 54 angeordnet. Die durch die Unterbereiche dargestellten Informationen können dabei beliebig ausgestaltet sein. Eine sinnvolle Variante könnte darin bestehen, die Unterbereiche so auszugestalten, dass aus den unterschiedlichen Blickrichtungen beispielsweise unterschiedliche Zeichen oder Buchstaben wahrgenommen werden, die sich zu einem Wort ergänzen, oder unterschiedliche Wörter oder Silben, die sich zu einem Satz ergänzen. Es ist aber auch möglich, in jedem Kreissegment die gleiche Information zu wiederholen.

#### Beispiel 6 (Fig. 10)

Eine andere Aufteilung bzw. Geometrie der Hologrammbereiche ist in Fig. 10 dargestellt. Das Sicherheitselement 50 setzt sich in diesem Fall aus ringförmigen Bereichen 52-0 bis 52-4 zusammen, die konzentrisch zueinander angeordnet sind. Hier sind die Beugungsstrukturen der einzelnen Bereiche 52-0 bis 52-4 so gestaltet, dass die zugehörigen beugungsoptischen Bildinhalte beim Kippen des Sicherheitselements 50 rekonstruiert werden. Die in den einzelnen ringförmigen Bereichen eingebrachten Informationen können dementsprechend ebenfalls unter unterschiedlichen Kippwinkeln wahrgenommen werden. Mit einer derartig gestalteten Ausführungsform lassen sich so genannte Pumpeffekte realisieren, bei welchen die durch die Unterbereiche dargestellten Informationen scheinbar vom Kreiszentrum aus über den gesamten Kreistradius nach außen und/oder wieder zurückzulaufen scheinen. Diese Bewegung wird in der Fig. 10 durch den Pfeil 54 angedeutet.

#### Beispiel 7 (Fig. 11. 12)

Die Fig. 11 und 12 zeigen eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sicherheitselements 60 in Aufsicht bzw. im Querschnitt. Dieses Si-

- cherheitselement 60 weist 10 nebeneinander angeordnete streifenförmige Bereiche 62-0 bis 62-9 auf, deren Betrachtungswinkel ausgehend vom Rand 66 des Sicherheitselements zur Mitte hin zunehmen und von der Mitte zum gegenüberliegenden Rand 68 entsprechend abnehmen. Dies wird in Fig. 12
- 5 durch die Pfeile schematisch dargestellt. Durch Kippen des Sicherheitselements 60 werden dadurch der Reihe nach die beugungsoptischen Bilder der Streifen 62-0 bis 62-9 und die jeweils eingebrachten Unterbereiche für den Betrachter erkennbar. Beispielsweise kann eine eingeschriebene Seriennummer 64, wie in Fig. 12 in Aufsicht dargestellt, so in die Bereich 62-1 bis 62-8
- 10 integriert werden, dass beim Kippen des Sicherheitselements die Seriennummer Ziffer für Ziffer gelesen und mit einer an anderer Stelle in Normaldruck auf der Banknote 100 aufgebrachten Ziffernfolge verglichen werden kann.
- 15 Während in den Fig. 11 und 12 der Einfachheit halber nur 10 Streifen 62-0 bis 62-9 gezeigt sind, versteht es sich von selbst, dass auch eine größere Anzahl an Streifen verwendet werden kann, um beispielsweise beim Kippen des Sicherheitselements 60 einen kontinuierlichen Übergang zwischen den jeweils sichtbaren beugungsoptischen Bildern zu erzielen.
- 20 Allen bisherigen erläuterten Beispielen ist gemeinsam, dass die mit den Beugungsstrukturen versehenen Bereiche in sich geschlossen sind und eine Ausdehnung aufweisen, die mit dem bloßen Auge aufgelöst werden kann. Sofern in alle Hologrammbereiche die gleiche Information integriert wird,
- 25 kann auf eine Identifizierung der einzelnen Bereiche ganz oder weitgehend verzichtet werden. Werden in die Hologrammbereiche unterschiedliche Informationen, wie die Ziffern der Seriennummer, integriert, genügt bei der Einbringung der Individualinformation eine einfache Detektorvorrichtung,

da an die optische Auflösung der relativ großflächigen Hologrammbereiche keine hohen Anforderungen gestellt werden.

Beispiel 8 (Fig. 13, 14)

5

In den im Folgenden beschriebenen Beispielen bestehen die einzelnen Bereiche aus einer Mehrzahl von Teilbereichen, die eine Ausdehnung aufweisen, die vom bloßen Auge nicht mehr aufgelöst werden kann. Alle zu einem Hologrammbereich gehörenden Teilbereiche tragen dabei zur Rekonstruktion des dem jeweiligen Bereich zugeordneten beugungsoptischen Bildes bei.

10

Dieses Prinzip ist in Fig. 13 schematisch dargestellt. Der Hologrammbereich 72 rekonstruiert bei schräger Betrachtung von links (Pfeil L) ein erstes beugungsoptisches Bild und der Hologrammbereich 74 bei schräger Betrachtung von rechts (Pfeil R) ein zweites beugungsoptisches Bild. Diese Hologrammbereiche 72, 74 werden in streifenförmige Teilbereiche 72-1 bis 72-5 bzw. 74-1 bis 74-5 zerlegt. Diese Teilbereiche weisen gemäß dem Ausführungsbeispiel lediglich eine Breite von ca. 50  $\mu\text{m}$  auf und können mit dem bloßen Auge nicht aufgelöst werden. Für das endgültige Sicherheitselement 70 werden diese Teilbereiche 72-1 bis 72-5 bzw. 74-1 bis 74-5 der Hologrammbereiche 72, 74 ineinander verschachtelt. Im gezeigten Beispiels werden sie alternierend angeordnet, so dass auf den Teilbereich 72-1 des Hologrammbereichs 72 der Teilbereich 74-1 des Hologrammbereichs 74 folgt usw.

15

20

25

Bei schräger Betrachtung von links des Sicherheitselements 70 tragen nur die Teilbereiche 72-1 bis 72-5 zur Rekonstruktion eines beugungsoptischen Bildes bei und der Betrachter nimmt das erste Hologramm 72 wahr. Bei schräger Betrachtung von rechts des Sicherheitselements 70 tragen umgekehrt lediglich die Teilbereiche 74-1 bis 74-5 zur Rekonstruktion eines beugungs-

optischen Bildes bei und der Betrachter erkennt das zweite Hologramm 74. Obwohl die einzelnen Teilbereiche 72-1 bis 72-5 bzw. 74-1 bis 74-5 getrennt voneinander angeordnet sind, erscheinen dem Betrachter die unter den jeweiligen Betrachtungswinkeln erkennbaren Hologramme 72, 74 aufgrund  
5 der geringen Breite und dem kleinen Abstand der Teilbereiche zusammenhängend. Das erste und zweite Hologramm können inhaltlich gesehen das gleiche oder unterschiedliche beugungsoptische Bilder rekonstruieren. Selbstverständlich können die jeweiligen Hologrammbereiche eine beliebige Zahl an Teilbereichen 72-1 bis 72-m bzw. 74-1 bis 74-m aufweisen. Auch  
10 muss die Breite der Teilbereiche der unterschiedlichen Hologramme nicht notwendigerweise identisch sein. Die Herstellung der streifenförmigen Teilbereiche kann beispielsweise mithilfe einer Linienmaske erfolgen, die bei Belichtung eines beugungsoptischen Aufzeichnungsträgers jeweils den nicht zu belichtenden Teil des Aufzeichnungsträgers abdeckt. Alternativ können  
15 die Streifen auch direkt durch entsprechende Steuerung eines Elektronenstrahls in einem Aufzeichnungsmedium erzeugt werden. Die Zahl der Teilbereiche oder Streifen kann ebenfalls beliebig gewählt werden. Bei einer Streifenbreite von z.B. 50  $\mu\text{m}$  und einer Länge des Sicherheitselements 70 von z.B. 50 mm weist das Element also 1000 nebeneinander angeordnete  
20 Streifen auf.

Erfindungsgemäß sind in die Bereiche 72, 74 in Fig. 13 nicht dargestellte Individualinformationen in Form von Unterbereichen eingebracht, die weder an der Bildrekonstruktion in Richtung L noch in Richtung R teilnehmen.  
25

Auch hier gilt, dass der konkrete Schichtaufbau des Sicherheitselements 70 dem bereits erläuterten Schichtaufbau gemäß Fig. 5 entspricht. Vorzugsweise wird über alle Teilbereiche 72-1, 74-1 bis 72-5, 74-5 die gleiche Information in Form der erfindungsgemäßen Unterbereiche eingebracht, so dass die Erzeu-



gung der Unterbereiche, wie bereits erläutert, ohne hohen Detektionsaufwand mit für die Massenproduktion geeigneten Mitteln erfolgen kann. In diesem Fall erscheint, wie nachfolgend im Detail erläutert, aus beiden Blickrichtungen dieselbe dunkle Individualinformation vor dem ansonsten hellen  
5 jeweiligen holographischen Bildhintergrund.

Fig. 14 zeigt das Sicherheitselement 70 gemäß Fig. 13, in dem zur Illustration schematisch einige Unterbereiche 76 angedeutet sind. Es versteht sich, dass, wie bereits erläutert, eine vollständige Information, etwa eine mehrere cm  
10 breite Seriennummer aus einer Vielzahl solcher Unterbereiche 76 besteht.

Wesentlich ist auch, dass die Linienbreite der Individualinformation, soll sie in beiden Teilbereichen erkennbar sein, für den Fall, dass alle Streifen gleich  
breit sind, mindestens die doppelte Streifenbreite aufweisen muss. Da das  
15 Auge die Teile der Linien, die auf unterschiedliche Streifen verteilt sind, integriert, ist es dann unerheblich, ob die Linien die Streifen in der Breite vollständig abdecken oder nur teilweise. In beiden Fällen entsteht der selbe visuelle Eindruck. Beide Extreme sind in der Fig. 14 am Buchstaben „i“ beispielhaft dargestellt. Beachtet man nun, dass bei einer Streifenbreite von z.B.  
20 50 µm und einer bevorzugten Linienbreite von 0,5 mm von einer Linie der Individualinformation pro Teilbereiche zehn Streifen erfasst werden, wird klar, dass es bei der Einbringung der Individualinformation gleichgültig ist, wie die Streifen „getroffen“ werden.

25 D.h., die durch die Unterbereiche 76 dargestellte Information kann bei der beschriebenen Gestaltung ohne Ausrichtung auf die Kanten der Teilbereiche und somit mit geringem apparativen und zeitlichen Aufwand eingeschrieben werden, wobei aus beiden Betrachtungsrichtungen dieselbe Information erkennbar ist.

Es versteht sich, dass auch mehr als zwei Hologrammbereiche mit unter unterschiedlichen Beobachtungsbedingungen erkennbaren beugungsoptischen Bildern vorgesehen sein können, wobei die zu den jeweiligen beugungsoptischen Bildern gehörenden Teilbereiche entsprechend ineinander verschachtelt werden. Die Breite der Unterbereiche muss ebenfalls entsprechend angepasst werden, um die durch die Unterbereiche dargestellte Information ohne Ausrichtung auf die Kanten der Teilbereiche einschreiben zu können.

#### Beispiel 9 (Fig. 15)

10

Fig. 15 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt. Prinzipiell entspricht der Aufbau dieses Sicherheitselements 71 dem in Fig. 13 dargestellten Sicherheitselement 70. D.h., es weist zwei ineinander verschachtelte Hologrammbereiche 72, 74 auf, die unter verschiedenen Betrachtungswinkeln unterschiedliche beugungsoptische Bilder rekonstruieren. Die nicht zur beugungsoptischen Konstruktion beitragenden Unterbereiche werden in diesem Fall jedoch nicht durch das Zusammenspiel zweier Reflexionsschichten gebildet, sondern allein durch Aussparungen in der ersten Reflexionsschicht.

20

Fig. 15 zeigt einen Ausschnitt des als Prägehologramm ausgeführten Sicherheitselement 71 im Querschnitt (nicht maßstäblich). Gezeigt werden die alternierend angeordneten Teilbereiche 72-1, 74-1, 72-2, 74-2. Erfindungsgemäß unterscheiden sich die Teilbereiche 72-1, 72-2 von den Teilbereichen 74-1, 74-2 hinsichtlich der dort angeordneten Beugungsstrukturen. Dementsprechend ist der Grenzbereich zwischen den Kunststoffschichten 24, 28 in den Teilbereichen 72-1, 72-2 mit einer ersten Beugungsstruktur 73 versehen, während die Teilbereiche 74-1, 74-2 eine zweite Beugungsstruktur 75 aufweisen. Der gesamte Grenzbereich zwischen den Kunststoffschichten 24, 28 ist mit einer

25

Reflexionsschicht 26 versehen, die in den Teilbereichen 72-1, 72-2 Aussparungen 77 und in den Teilbereichen 74-1, 74-2 Aussparungen 79 aufweist. Bei dieser Reflexionsschicht 26 handelt es sich vorzugsweise um eine dünne Metallschicht, wie beispielsweise eine Aluminiumschicht. Die Aussparungen 77, 79 stellen dabei die zu den jeweiligen Hologrammbereichen 72, 74 gehörenden Unterbereiche dar. Die auf diese Weise dargestellten Informationen können dabei identisch oder unterschiedlich sein.

Dieses Sicherheitselement 71 eignet sich insbesondere zur Absicherung durchscheinender oder transparenter Wertgegenstände. Denn die Aussparungen 77, 79 sind bei Betrachtung im Durchlicht als helle, kontrastreiche Bereiche vor der dunkel erscheinenden Reflexionsschicht 26 zu erkennen. Geht man davon aus, dass die Aussparungen 77, wie bereits mehrfach erläutert, den ersten Ziffernblock einer Seriennummer darstellen und die Aussparungen 79 den zweiten Ziffernblock, so erkennt der Betrachter im Durchlicht die gesamte Seriennummer. Bei schräger Betrachtung von links des Sicherheitselements 71 erkennt er jedoch lediglich den durch die Aussparungen 77 im Hologrammbereich 72 eingebrachten ersten Ziffernblock. Bei schräger Betrachtung von rechts dagegen nimmt der Betrachter den zweiten durch die Aussparungen 79 im Hologrammbereich 74 vorgesehenen Ziffernblock wahr. Auf diese Weise kann durch Vergleich der unter den unterschiedlichen Betrachtungswinkeln erkennbaren Informationen auf die Echtheit des Wertgegenstandes rückgeschlossen werden.

#### 25 Beispiel 10 (Fig. 16)

Fig. 16 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sicherheitselements gemäß Fig. 13 im Querschnitt. Das hier gezeigte Sicherheitselement 81 liegt ebenfalls als Prägehologramm vor, bei welchem entspre-

chend den unterschiedlichen Teilbereichen 72-1, 72-2 bzw. 74-1, 74-2 unterschiedliche Beugungsstrukturen 73, 75 angeordnet sind. Im Gegensatz zu den in Fig. 15 dargestellten Beispiel ist die Reflexionsschicht 26 in diesem Beispiel vollflächig vorhanden und besteht vorzugsweise aus einer Metallschicht, insbesondere einer Aluminiumschicht. Zur Erzeugung der Unterbereiche wird die Kunststoffschicht 28 in den jeweiligen Teilbereichen mit einer Druckfarbe bedruckt, die vorzugsweise im Wesentlichen die gleichen Reflexionseigenschaften aufweist, wie die Reflexionsschicht 26. Wird die Reflexionsschicht 26 beispielweise von einer silbrigen Aluminiumschicht gebildet, so wird für die Druckfarbe der Druckschichten 83, 85 eine silbrige metallische Druckfarbe, wie beispielsweise Supersilber, verwendet. Da die für die Druckbereiche 83, 85 verwendete Druckfarbe im Wesentlichen die gleichen Reflexionseigenschaften aufweist wie die Reflexionsschicht 26, sind die Druckbereiche 83, 85 bei senkrechter Betrachtung des Sicherheitselements 81 nicht zu erkennen. Bei schräger Betrachtung von links dagegen tragen die in den Teilbereichen 72-i des Hologrammbereichs 72 angeordneten Druckbereiche 83 nicht zur Rekonstruktion des Hologramms 72 bei, so dass die Druckbereiche 83 als matte Flächen im Hologramm 72 zu erkennen sind. In analoger Weise sind bei schräger Betrachtung von rechts lediglich die in den Teilbereichen 74-i des Hologrammbereichs 74 angeordneten Druckbereiche 85 zu erkennen. Auch in diesem Fall können die Druckbereiche 83, 85 eine identische Information oder unterschiedliche Informationen darstellen. Ebenso kann, wie in dem bereits beschriebenen Beispiel, ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen den durch die Druckbereiche 83, 85 dargestellten Informationen bestehen.

Alternativ können die Druckbilder 83, 85 auch direkt auf der Reflexionsschicht 26 erzeugt werden, so dass sie zwischen der Kunststoffschicht 28 und der Reflexionsschicht 26 angeordnet sind. Dies müsste allerdings in einem

früheren Verfahrensschritt geschehen, so dass dann der Vorteil, am fertigen Sicherheitselement Daten eintragen zu können, entfällt.

- 5     Selbstverständlich können die in den Fig. 15, 16 dargestellten Sicherheitselemente 71, 81 weitere Hologrammbereiche aufweisen, die entsprechend mit den Hologrammbereichen 72, 74 verschachtelt werden.

Beispiel 11 (Fig. 17)

- 10     Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 17 dargestellt. Das dort gezeigte Sicherheitselement 80 weist neben zwei erfindungsgemäßen Hologrammbereichen 82, 84, die mit Beugungsstrukturen unterschiedlicher Betrachtungswinkel versehen sind, einen dritten beugungsoptischen Bildbereich 88 auf. Die Hologrammbereiche 82, 84, 88 sind, wie bereits anhand von Fig. 13 erläutert, in eine Vielzahl von Teilbereichen 82-i, 84-i, 88-i
- 15     unterteilt, die ineinander verschachtelt angeordnet sind. Die Hologrammbereiche 82, 84 weisen die erfindungsgemäßen Unterbereiche auf, die entsprechend den bereits anhand der Fig. 5, 15 und 16 erläuterten Beispielen gestaltet sein können. Der Hologrammbereich 88 dagegen weist keine Unterbereiche auf und ist unter einem von den Hologrammbereichen 82, 84 verschiedenen Betrachtungswinkel erkennbar. Der Betrachter dieses Sicherheitselements 80 erkennt bei schräger Betrachtung von links in erster Linie das
- 20     durch die Teilbereiche 82-i rekonstruierte beugungsoptische Bild, während er bei schräger Betrachtung von rechts in erster Linie das durch die Teilbereiche 84-i rekonstruierte beugungsoptische Bild erkennt. Die Teilbereiche
- 25     88-i ergänzen sich ebenfalls zu einem beugungsoptischen Bild, das insbesondere bei senkrechter Betrachtung des Sicherheitselements in den Vordergrund tritt.

- Diese Variante besitzt den Vorteil, dass die mit den Unterbereichen versehenen Hologrammbereiche 82, 84 sehr einfach gestaltet werden können, wenn der zusätzliche Hologrammbereich 88 ein aufwändiges und zugleich ästhetisch ansprechendes beugungsoptisches Bild rekonstruiert. D.h., bei nahezu senkrechter Betrachtung erkennt der Betrachter, wie bei den bekannten Sicherheitselementen, ein kompliziertes und mit aufwändigen beugungsoptischen Effekten versehenes Hologramm. Die Hologrammbereiche 82, 84 dagegen können beispielsweise eine einfache, farbige Fläche rekonstruieren, in welcher die durch die Unterbereiche dargestellte Information erkennbar ist.
- 10 So sieht der Betrachter bei schräger Betrachtung von links beispielsweise wieder den ersten Ziffernblock der Seriennummer in einem roten Umfeld, und bei schräger Betrachtung von rechts den zweiten Ziffernblock in einem ebenfalls roten oder andersfarbigen Umfeld.
- 15 Diese Ausführungsform hat allerdings auch den Nachteil, dass zum Einschreiben der Individualinformation, wie beim Stand der Technik, die jeweiligen Streifen identifiziert werden müssen, bevor die Teilelemente der Individualinformation eingeschrieben werden können.
- 20 Beispiel 12 (Fig. 18)

Fig. 18 illustriert ein vorteilhaftes Herstellungsverfahren für die erfindungsgemäßen Bereiche mit den jeweiligen Beugungsstrukturen.

- 25 Das in Fig. 18 gezeigte Sicherheitselement 90 ist beispielsweise analog zu dem in Fig. 13 gezeigten Sicherheitselement 70 aus einer Mehrzahl alternierend angeordneter Teilbereiche 92, 94 aufgebaut. Jeder der Teilbereiche 92, 94 besteht dabei aus einer Vielzahl gleichförmiger, im Ausführungsbeispiel quadratischer Pixelelemente 96. Die Teilbereiche 92, 94 bestehen dabei aus

quadratischen Pixelelementen mit der Kantenlänge 50  $\mu\text{m}$ . Die Betrachtungswinkel der zu den Teilbereichen 92, 94 gehörenden Pixelelemente unterscheiden sich jedoch entsprechend dem zu rekonstruierenden beugungsoptischen Bild. So kann der Betrachtungswinkel der Teilbereiche 92 beispielsweise - 45° betragen, während der Betrachtungswinkel der zu den Teilbereichen 94 gehörenden Pixelelemente + 45° beträgt. D.h., der Kippwinkel, unter dem die zu den Teilbereichen 92, 94 gehörenden beugungsoptischen Bilder erkennbar sind, beträgt 45°, während sich die Rekonstruktionswinkel innerhalb der Ebene des Sicherheitselements 90 um 180° unterscheiden.

Aufgrund der Kleinheit der einzelnen Pixelelemente 96 können Hologrammbereiche beliebiger Form zusammengesetzt werden, so beispielsweise die Kreissegmente des Sicherheitselements 50 gemäß Fig. 10 oder die einfachen, rechteckigen Teilbereiche des Sicherheitselements 40 gemäß Fig. 9.

Die Pixelelemente 96 selbst können beispielsweise nach dem so genannten Dot-Matrix-Verfahren maschinell in großer Zahl preisgünstig hergestellt werden. Die Bereichsgrenzen der einzelnen Pixelelemente 96 können dabei jedoch gegebenenfalls nicht entsprechend ihrem idealerweise exakt gerade verlaufenden Rand reproduziert werden. Insbesondere gekrümmt verlaufende Bereichsgrenzen oder Bereichsränder müssen beim Dot-Matrix-Verfahren durch sehr feine Stufen ausgeführt werden. Aufgrund der geringen Größe der Pixel und des begrenzten Auflösungsvermögens des Auges wird der visuell wahrgenommene Eindruck dadurch jedoch kaum beeinflusst.

Beispiel 13 (Fig. 19)

- Eine weitere Ausführungsform der Erfindung wird anhand der Fig. 19 erläutert. Dieses Sicherheitselement 115 weist einen erfindungsgemäßen Bereich
- 5 110 mit einer Beugungsstruktur auf, die unter einem schrägen Betrachtungswinkel ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert. Dieser Bereich 110 weist Unterbereiche 111 auf, die beispielsweise eine individualisierende Information darstellen können. Dieser Bereich 110 ist in eine Umgebung 112 eingebettet, die ebenfalls optische Beugungsstrukturen aufweist. Das beugungsoptisch rekonstruierte Bild dieses umgebenden Hologramms 112 ist
- 10 unter einem anderen Betrachtungswinkel sichtbar als dasjenige des Bereichs 110, vorzugsweise ist das durch den Bereich 112 rekonstruierte beugungsoptische Bild bei nahezu senkrechter Betrachtung sichtbar.
- 15 Durch die flächenmäßige Einbettung in ein beugungsoptisches Umfeld 112 wird der mit den Unterbereichen 111 versehene beugungsoptische Bereich 110 in gewisser Weise getarnt. Auch hier kann das umgebende Hologramm 112 als aufwändiges und kompliziertes beugungsoptisches Bild, beispielsweise als Kinegram<sup>®</sup>, ausgestaltet werden, wohingegen der Hologrammbereich
- 20 reich 110 ein einfaches beugungsoptisches Bild, wie die bereits erwähnte farbige Fläche, rekonstruieren kann. In diesem Fall erkennt der Betrachter bei schräger Betrachtung des Elements 115 diese farbige Fläche und die darin enthaltene Information 111.
- 25 Der Schichtaufbau des Sicherheitselements 115 kann dabei entsprechend dem in Fig. 5 dargestellten Sicherheitselement 10 gestaltet sein. Da die Reflexionsschicht im umgebenden Hologrammbereich 112 vollflächig und durchgehend ausgeführt ist, stört die zu den Unterbereichen beitragende zweite Reflexionsschicht 22 in keiner Weise den optischen Eindruck des Hologrammbereichs 112.
- 30



#### Beispiel 14 (Fig. 20)

Das Sicherheitselement 115 kann jedoch auch einen ähnlichen Aufbau aufweisen wie die in den Fig. 15, 16 dargestellten Elemente 71, 81. Fig. 20 zeigt dabei eine Ausführungsform des Elements 115 im Querschnitt, bei dem der Grenzbereich der Kunststoffschichten 24, 28 in den entsprechenden Bereichen 112, 110 mit der jeweiligen Beugungsstruktur 113, 114 versehen ist. Im Hologrammbereich 112 ist die Reflexionsschicht 26, vorzugsweise eine spiegelnd reflektierende Metallschicht, vollflächig ohne Aussparungen vorhanden. Im Hologrammbereich 110 dagegen weist die Reflexionsschicht 26 Aussparungen 116 in Form der darzustellenden Information 111 auf. Diese die erfindungsgemäßen Unterbereiche darstellenden Aussparungen 116 sind sowohl bei Betrachtung im Durchlicht als auch bei schräger Betrachtung des Hologrammbereichs 110 erkennbar. Der Betrachter kann somit die Identität der im Durchlicht und bei schräger Betrachtung erkennbaren Informationen als Echtheitsmerkmal überprüfen.

#### Beispiel 15 (Fig. 21)

Analog zudem bereits anhand von Fig. 16 erläuterten Beispiel kann auch im Fall des Sicherheitselements 115 die durch die Unterbereiche dargestellte Information 111 durch Aufdrucken einer Druckfarbe dargestellt werden, die im Wesentlichen die gleichen Reflexionseigenschaften aufweist wie die Reflexionsschicht 26. Diese Variante ist in Fig. 21 dargestellt. Im gezeigten Beispiel ist allerdings das Druckbild 117 direkt auf die Reflexionsschicht 26 aufgebracht. Alternativ kann das Druckbild 117 selbstverständlich auch auf die Kunststoffschicht 28 aufgebracht werden.

Dieser Aspekt der flächenmäßigen Einbettung und der Kombination mit weiteren nicht mit Unterbereichen versehenen Hologrammen kann auch für alle anderen beschriebenen Ausführungsformen verwendet werden.

5 Beispiel 16 (Fig. 22, 23)

- Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die durch die Unterbereiche dargestellte Information nicht in die fertigen Hologramme eingebracht, sondern bereits während des so genannten „Origination-Prozesses“ in die Prä-  
10 geform für die Prägehologramme. Während eine nachträglich im fertigen Hologramm erzeugte Information als Unique-Information ausgeführt sein kann, weisen alle mit derselben Prägeform hergestellten Prägehologramme die gleiche Information auf.
- 15 Die Herstellung einer solchen Prägeform ist schematisch in Fig. 22 dargestellt. Dabei wird von einer Urform ausgegangen, die bereits die Beugungsstruktur in Form einer Reliefstruktur aufweist und als „Master“ bezeichnet werden kann. Diese Urform ist in Fig. 22 mit M0 bezeichnet. In einem ersten Abformungsschritt I werden mit M1 bezeichnete identische Kopien der Ur-  
20 form M0 hergestellt. In einem zweiten Abformungsschritt II werden von jeder Kopie M1 wiederum mehrere identische Kopien hergestellt, die insgesamt mit M2 bezeichnet sind. Erst in dem dritten Abformungsschritt III wird die Beugungsstruktur in die Prägehologramme HO übertragen. Alle Individualisierungsmaßnahmen, die mit einem Laser nachträglich an den fertigen  
25 Hologrammen durchgeführt werden, lassen sich dem Prinzip nach auch während des Originations-Prozesses an dem Prägeformen M1, M2 nach dem Abformungsschritt I und/oder II durchführen.

Sollen beispielsweise alle Denominationen einer Währung mit einem Prägehologramm ausgestattet werden, kann für die gesamte Serie, d.h. für alle Werte das gleiche Grundmotiv gewählt werden. Das Grundmotiv wird in der Urform M0 als Beugungsstruktur umgesetzt. Die davon abgeformten  
5 identischen Kopien M1 können mit einem Laser bereichsweise verändert und dadurch individualisiert werden. So können in diesem Stadium Prägeformen erzeugt werden, die eine die jeweilige Denomination kennzeichnende Information tragen. Beispielsweise kann in die einzelnen Kopien M1 jeweils die Wertzahl als individualisierende Information eingebracht werden.

10 Von jeder dieser individualisierten Prägeformen werden anschließend im zweiten Abformungsschritt II mehrere identische Kopien hergestellt. D.h., nach der Abformung in der Stufe II erhält man für jeden Banknotenwert mehrere identische Prägeformen, mit denen Prägehologramme produziert werden können, die entsprechend der Denomination individualisierte Unterserien darstellen. Dementsprechend entstehen aus der individualisierten  
15 Prägeform 1 weitere, die gleiche individualisierende Information tragende Prägeformen 1.1 bis 1.3. Analoges gilt für die gezeigten Prägeformen 2 bis 4.

Selbstverständlich können auch an den mit M2 bezeichneten Kopien der  
20 Prägeformen Individualisierungsmaßnahmen oder zusätzliche Individualisierungsmaßnahmen vorgenommen werden. Dadurch lassen sich gegebenenfalls unterschiedlicher Produktionsstätten oder Produktionslinien kennzeichnen.

25 Schließlich können auch die auf diese Weise erzeugten Unterserien von Hologrammen zu einem späteren Zeitpunkt durch die bereits beschriebenen Maßnahmen, beispielsweise durch Laserbeschriftung, weitere Individualisierungsinformationen erhalten.

Fig. 23 zeigt eine derart individualisierte Prägeform im Querschnitt. Die Prägeform 118 ist in diesem Fall als Prägestempel ausgebildet und weist in einer der Oberflächen die Beugungsstruktur 119 in Form einer Reliefstruktur auf. Diese Reliefstruktur 119 wurde im Bereich 120 beispielsweise mittels eines Lasers zerstört. Während des Prägevorgangs wird der Prägestempel 118 in eine Kunststoffschicht bzw. prägbare Lackschicht gepresst und dabei die Reliefstruktur sowie die zerstörten Bereiche 120 in die Oberfläche der Kunststoffschicht übertragen. Selbstverständlich kann die Prägeform auch jede beliebige andere Form aufweisen. In der Massenproduktion werden insbesondere zylindrische Prägeformen bevorzugt verwendet.

#### Beispiel 17 (Fig. 24)

Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung werden die Prägehologramme als so genannte „asymmetrische Hologramme“ ausgeführt. Asymmetrische Hologramme weisen Beugungsstrukturen 130 mit einem asymmetrischen Profil auf. Fig. 24 zeigt einen Prägestempel 118 mit einem derartigen asymmetrischen Profil. Dadurch wird ein besonders starker Richtungseffekt erreicht und die nur unter einem vorgegebenen Betrachtungswinkel sichtbaren beugungsoptisch rekonstruierten Bilder sind besonders hell. Asymmetrische Hologramme werden bevorzugt für Sicherheitselemente benutzt, die mehrere ineinander verschachtelte Hologramme aufweisen, die unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln erkennbar sind, wie sie in den Fig. 13 bis 16 dargestellt sind.

25

Selbstverständlich können alle beschriebenen Varianten des erfindungsgemäßen Sicherheitselements und/oder Herstellungsverfahrens miteinander kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Sicherheitselement, vorzugsweise für Wertdokumente, das zumindest einen Bereich (12) mit einer Beugungsstruktur aufweist, die unter bestimmten Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert, wobei der Bereich (12) Unterbereiche (14) aufweist, die nicht an der Rekonstruktion des beugungsoptischen Bildes teilnehmen, und die eine erkennbare Information darstellen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch die Unterbereiche (14) dargestellte Information im Wesentlichen nur unter den bestimmten Beobachtungsbedingungen des beugungsoptischen Bildes erkennbar ist.
2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich (12) eine erste Reflexionsschicht (26) aufweist, die die Rekonstruktion des beugungsoptischen Bildes unterstützt.
3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Unterbereiche (14) keine Beugungsstruktur aufweisen, und dass die erste Reflexionsschicht (26) sowohl im Bereich der Beugungsstruktur als auch im Bereich der Unterbereiche (14) angeordnet ist.
4. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich (12) eine transparente Kunststoffschicht (24) aufweist, in der die Beugungsstruktur in Form einer Reliefstruktur vorliegt, dass die erste Reflexionsschicht (26) auf der mit der Beugungsstruktur versehenen Oberfläche der Kunststoffschicht (24) angeordnet ist, und dass die gegenüberliegende Oberfläche der Kunststoffschicht eine zweite Reflexionsschicht (22) aufweist, wobei die Unterbereiche (14)

durch Aussparungen in der ersten Reflexionsschicht (26) gebildet sind.

5. Sicherheitselement nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass  
5 die erste und zweite Reflexionsschicht (26, 22) aus Materialien mit im Wesentlichen gleichen Reflexionseigenschaften, vorzugsweise aus demselben Material bestehen.
6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **da-**  
10 **durch gekennzeichnet**, dass die Unterbereiche (14) überdruckte Bereiche der ersten Reflexionsschicht (26) bilden, wobei die erste Reflexionsschicht und die überdruckten Bereiche im Wesentlichen die gleichen Reflexionseigenschaften aufweisen.
7. Sicherheitselement nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass  
15 für die überdruckten Bereiche eine metallische Druckfarbe verwendet wird.
8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **da-**  
20 **durch gekennzeichnet**, dass die erste und/oder zweite Reflexionsschicht (26, 22) aus einer Metallschicht, wie beispielsweise Aluminium, Gold, Kupfer, besteht.
9. Sicherheitselement, insbesondere für Wertasche, das zumindest  
25 einen Bereich (12) mit einer Beugungsstruktur aufweist, die unter bestimmten Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert, wobei der Bereich (12) Unterbereiche (14) aufweist, die nicht an der Rekonstruktion des beugungsoptischen Bildes teilnehmen, und die eine erkennbare Information darstellen, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die durch die Unterbereiche (14) dargestellte Information unter von den bestimmten Beobachtungsbedingungen des beugungsoptischen Bildes verschiedenen Beobachtungsbedingungen erkennbar ist.

5

10. Sicherheitselement nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich (12) eine transparente Kunststoffschicht (24) aufweist, in der die Beugungsstruktur in Form einer Reliefstruktur vorliegt, und dass die erste Reflexionsschicht (26) auf der mit der Beugungsstruktur versehenen Oberfläche der Kunststoffschicht (24) angeordnet ist, wobei die Unterbereiche (14) durch Aussparungen in der ersten Reflexionsschicht (26) gebildet sind.

10

11. Sicherheitselement nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gegenüberliegende Oberfläche der Kunststoffschicht eine zweite Reflexionsschicht (22) aufweist, wobei die erste und zweite Reflexionsschicht aus verschiedenfarbigen Materialien, insbesondere verschiedenfarbigen Metallen, wie z.B. Aluminium, Kupfer, Gold, bestehen.

15

20

12. Sicherheitselement nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich (12) auf einem transparenten Träger angeordnet ist, so dass die durch die Unterbereiche (14) dargestellte Information im Durchlicht erkennbar ist.

25

13. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitselement wenigstens zwei direkt aneinander grenzende Bereiche (32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9) mit jeweils einer Beugungsstruktur auf-

weist, die unter bestimmten Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruieren, wobei die bestimmten Beobachtungsbedingungen der Bereiche (32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9) unterschiedlich sind, und dass die Bereiche (32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9) Unterbereiche (34A, 34B) aufweisen, die nicht an der Rekonstruktion der beugungsoptischen Bilder teilnehmen.

10 14. Sicherheitselement nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bereiche (32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9) die Form von Rechtecken, Streifen, Kreissegmenten oder Kreisringen aufweisen.

15 15. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Bereiche aus mehreren Teilbereichen (72-1 bis 72-m; 74-1 bis 74-m; 96) besteht.

20 16. Sicherheitselement nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Teilbereiche (96) aus gleichförmigen, vorzugsweise rechteckigen Pixelelementen bestehen.

25 17. Sicherheitselement nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitselement wenigstens zwei Bereiche (72, 74) aufweist, die unter verschiedenen bestimmten Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruieren, und die jeweils aus mehreren Teilbereichen (72-1 bis 72-m; 74-1 bis 74-m) bestehen, wobei die Teilbereiche (72-1 bis 72-m; 74-1 bis 74-m) der unterschiedlichen beugungsoptischen Bilder ineinander verschachtelt sind.



18. Sicherheitselement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitselement einen Bildbereich (88) aufweist, der zumindest bei senkrechter Betrachtung des Sicherheitselements erkennbar ist und der aus Bildteilbereichen (88i) besteht, wobei die Bildteilbereiche (88i) und die Teilbereiche (82i, 84i) der beugungsoptischen Bilder in-  
einander verschachtelt sind.
19. Sicherheitselement nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilbereiche (72-1 bis 72-m; 74-1 bis 74-m; 82i, 84i) und/oder Bildteilbereiche (88i) eine streifenförmige Geometrie aufweisen, und die Teilbereiche (72-1 bis 72-m; 74-1 bis 74-m; 82i, 84i) der unterschiedlichen beugungsoptischen Bilder und/oder die Bildteilbereiche (88i) alternierend angeordnet sind.
20. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die streifenförmigen Teilbereiche (72-1 bis 72-m; 74-1 bis 74-m; 82i, 84i) und oder die Bildteilbereiche (88i) eine Breite von ca. 1  $\mu\text{m}$  bis ca. 200  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise von ca. 10  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$ , aufweisen.
21. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Unterbereiche (76) dargestellte Information eine Strichbreite aufweist, die mindestens so groß ist wie die Summe der Breiten der Teilbereiche (72-1 bis 72-m; 74-1 bis 74-m), die unterschiedliche beugungsoptische Bilder rekonstruieren, so dass die durch die Unterbereiche dargestellte Information unter den unterschiedlichen Beobachtungsbedingungen der rekonstruierten beugungsoptischen Bilder erkennbar ist.

22. Sicherheitselement nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strichbreite der Information mindestens 80 µm beträgt.

5 23. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch die Unterbereiche dargestellten Informationen der einzelnen Bereiche (32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9; 72, 74) unterschiedlich sind.

10 24. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch die Unterbereiche dargestellten Informationen der einzelnen Bereiche (32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9; 72, 74) eine Gesamtinformation darstellen, wie eine Identifizierungsnummer, eine Seriennummer oder ein optisches Bild.

15 25. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch die Unterbereiche dargestellten Informationen der einzelnen Bereiche (32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9; 72, 74) identisch sind und vorzugsweise  
20 eine Identifizierungsnummer, eine Seriennummer oder ein optisches Bild darstellen.

25 26. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beobachtungsbedingungen der einzelnen Bereiche (42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9) so aufeinander abgestimmt sind, dass die durch die Unterbereiche dargestellten Informationen der einzelnen Bereiche (42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9) durch Drehen und/oder Kippen des Sicherheitselements sukzessive erkennbar sind.

27. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 26,  
dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Bereiche (12; 32A, 32B;  
42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9; 72, 74) von einer Beugungs-  
struktur umgeben sind, die unter von den bestimmten Beobachtungs-  
5 bedingungen unterschiedlichen Beobachtungsbedingungen ebenfalls  
ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert.
28. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 27,  
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Bereiche (12;  
10 32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9; 72, 74) eine Beu-  
gungsstruktur mit einem asymmetrischen Profil aufweist.
29. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 28,  
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Bereiche (12;  
15 32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9; 72, 74) ein Regen-  
bogenhologramm, ein Volumenhologramm oder eine Gitterstruktur  
aufweist.
30. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 29,  
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Bereiche (12;  
20 32A, 32B; 42A bis 42D; 52-0 bis 52-11; 62-0 bis 62-9; 72, 74) als Prä-  
gestruktur ausgebildet ist.
31. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 30,  
dadurch gekennzeichnet, dass Sicherheitselement streifenförmig aus-  
25 gebildet ist.

32. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass Sicherheitselement ein Sicherheitsfaden, ein Etikett oder ein Transferelement ist.
- 5 33. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitselement die Prägefläche eines Prägezylinders bildet.
- 10 34. Datenträger, insbesondere Wertdokument, wie Banknote, Pass, Ausweiskarte oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 33.
- 15 35. Endlosfolie, insbesondere Prägefolie, mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 33.
- 20 36. Prägezylinder, insbesondere zur Herstellung einer Prägefolie oder eines Sicherheitselements für einen Datenträger, dessen Prägefläche ein Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 33 aufweist.
37. Verwendung eines Sicherheitselements nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 33 für die Produktsicherung.
- 25 38. Verwendung einer Endlosfolie gemäß Anspruch 35 als Etiketten- oder Sicherheitsfadenmaterial oder als Transferfolie.
39. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements, insbesondere für Wertdokumente mit folgenden Verfahrensschritten:

- a) Herstellen wenigstens eines Bereiches mit einer Beugungsstruktur, die unter bestimmten Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert,
- 5 b) Erzeugen von Unterbereichen, die nicht an der Rekonstruktion des beugungsoptischen Bildes teilnehmen, und die eine erkennbare Information darstellen, wobei die Unterbereiche so in den Bereich mit der Beugungsstruktur integriert werden, dass die durch die Unterbereiche dargestellte Information im Wesentlichen nur
- 10 unter den bestimmten Beobachtungsbedingungen des beugungsoptischen Bildes erkennbar ist.
40. Verfahren nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt
- 15 a) in eine transparente Kunststoffschicht die Beugungsstruktur in Form einer Reliefstruktur eingeprägt wird, und die Reliefstruktur mit einer ersten Reflexionsschicht versehen wird.
41. Verfahren nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 in Schritt b) die Unterbereiche durch Entfernen der ersten Reflexionsschicht und/oder Zerstörung der Beugungsstruktur erzeugt werden.
42. Verfahren nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernung bzw. Zerstörung mittels Laser erfolgt.
- 25 43. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffschicht auf der der Reliefstruktur gegenüberliegenden Oberfläche mit einer zweiten Reflexionsschicht versehen wird.

44. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder zweite Reflexionsschicht in einem Aufdampfverfahren erzeugt werden.
- 5 45. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass für die erste und zweite Reflexionsschicht die gleichen Materialien, vorzugsweise Metalle, verwendet werden.
- 10 46. Verfahren nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt b) die Unterbereiche durch Überdrucken der ersten Reflexionsschicht mit einer neutralisierenden Druckfarbe erzeugt werden.
- 15 47. Verfahren nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckfarbe, vorzugsweise eine metallische Druckfarbe, verwendet wird, die im Wesentlichen die gleichen Reflexionseigenschaften wie die erste Reflexionsschicht aufweist.
- 20 48. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements, insbesondere für Werdokumente mit folgenden Verfahrensschritten:
- 25 a) Herstellen wenigstens eines Bereiches mit einer Beugungsstruktur, die unter bestimmten Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert,
- b) Erzeugen von Unterbereichen, die nicht an der Rekonstruktion des beugungsoptischen Bildes teilnehmen, und die eine erkennbare Information darstellen, wobei die Unterbereiche so in den Bereich mit der Beugungsstruktur integriert werden, dass die durch die Unterbereiche dargestellte Information unter den vom vorbe-

stimmten Beobachtungsbedingungen des beugungsoptischen Bildes der verschiedenen Beobachtungsbedingungen erkennbar ist.

49. Verfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt  
5 a) in eine transparente Kunststoffschicht die Beugungsstruktur in Form einer Reliefstruktur eingeprägt wird und die Reliefstruktur mit einer ersten Reflexionsschicht versehen wird.
50. Verfahren nach Anspruch 48 oder 49, dadurch gekennzeichnet, dass  
10 in Schritt b) die Unterbereiche durch Entfernen der ersten Reflexionsschicht erzeugt werden.
51. Verfahren nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, dass die Ent-  
15 fernung mittels Laser erfolgt.
52. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 48 bis 51, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Kunststoffschicht auf der der Reliefstruktur  
gegenüberliegenden Oberfläche mit einer zweiten Reflexionsschicht  
20 versehen wird.
53. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 48 bis 52, dadurch  
gekennzeichnet, dass die erste und/oder zweite Reflexionsschicht in  
einem Aufdampfverfahren erzeugt werden.
54. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 48 bis 53, dadurch  
25 gekennzeichnet, dass für die erste und zweite Reflexionsschicht unterschiedliche Metalle verwendet werden.

55. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 54, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a) wenigstens zwei Bereiche mit Beugungsstrukturen erzeugt werden, die unter verschiedenen Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruieren, und die jeweils aus mehreren Teilbereichen bestehen, wobei die Teilbereiche der unterschiedlichen beugungsoptischen Bilder ineinander verschachtelt werden.

56. Verfahren nach Anspruch 55, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche aus streifenförmigen Teilbereichen zusammengesetzt werden, die alternierend angeordnet werden, und dass die Unterbereiche mit einer Strichbreite erzeugt werden, die mindestens so groß ist wie die Summe der Breiten der Teilbereiche, die unterschiedliche beugungsoptische Bilder rekonstruieren, so dass die durch die Unterbereiche dargestellte Information unter den unterschiedlichen Beobachtungsbedingungen der rekonstruierten beugungsoptischen Bilder erkennbar ist.

57. Verfahren zur Herstellung eines Wertasuments, wie einer Banknote, Ausweiskarte, Pass oder dergleichen, mit folgenden Schritten:

a) Erzeugen eines Sicherheitselements auf dem Wertasument, das wenigstens zwei Bereiche mit Beugungsstrukturen aufweist, die unter verschiedenen Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruieren, und die jeweils aus mehreren Teilbereichen bestehen, wobei die Teilbereiche der unterschiedlichen beugungsoptischen Bilder ineinander verschachtelt, vorzugsweise alternierend angeordnet sind,



- 5      b) Erzeugen von eine Information darstellenden Unterbereichen in den Teilbereichen, ohne darauf zu achten, welchem beugungsoptischen Bild der Teilbereich zuzuordnen ist, wobei die Strichbreite der Unterbereiche mindestens der Summe der Breiten der Teilbereiche entspricht, die unterschiedliche beugungsoptische Bilder rekonstruieren, so dass die durch die Unterbereiche dargestellte Information unter den unterschiedlichen Beobachtungsbedingungen der rekonstruierten beugungsoptischen Bilder erkennbar ist.

### Zusammenfassung

- Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement, vorzugsweise für Wertdokumente, das zumindest einen Bereich mit einer Beugungsstruktur aufweist,
- 5 die unter bestimmten Beobachtungsbedingungen ein beugungsoptisches Bild rekonstruiert. Dieser Bereich weist Unterbereiche auf, die nicht an der Rekonstruktion des beugungsoptischen Bildes teilnehmen, und die eine erkennbare Information darstellen. Wesentlich dabei ist, dass die durch die Unterbereiche dargestellte Information im Wesentlichen nur unter den Beob-
- 10 achtungsbedingungen erkennbar ist, unter denen auch das beugungsoptische Bild wahrgenommen werden kann.

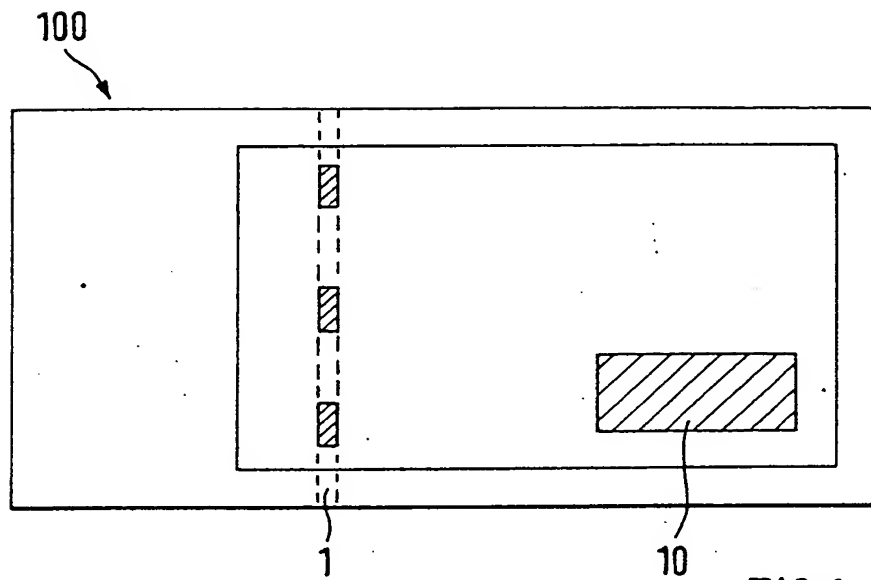


FIG. 1

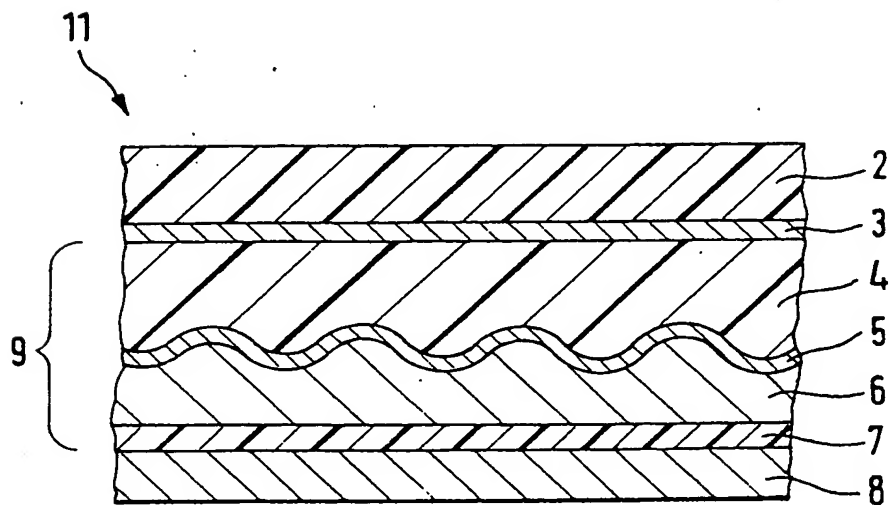


FIG. 2

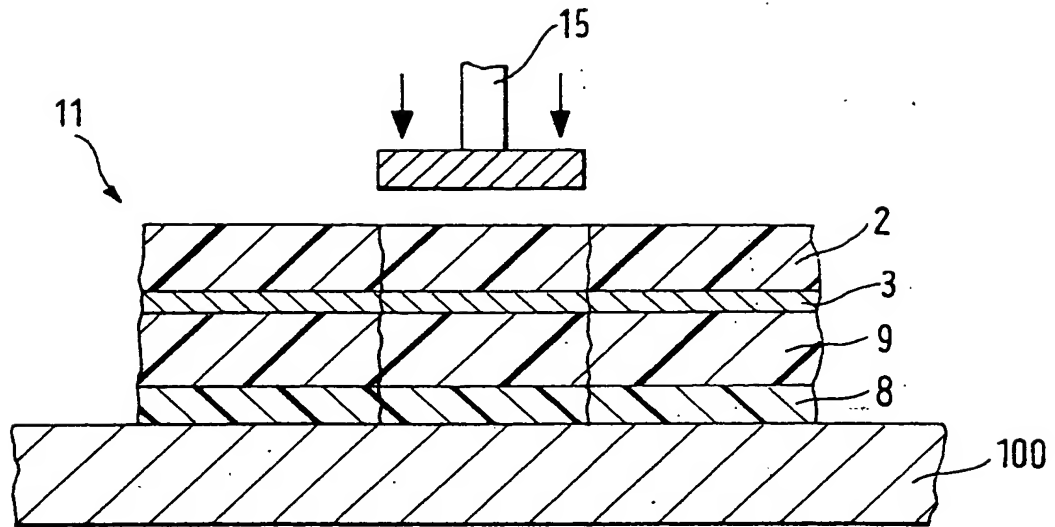


FIG. 3

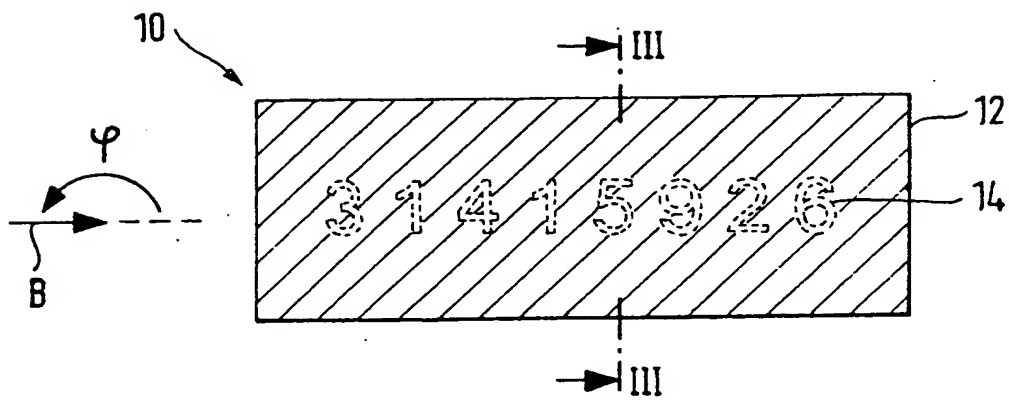


FIG. 4

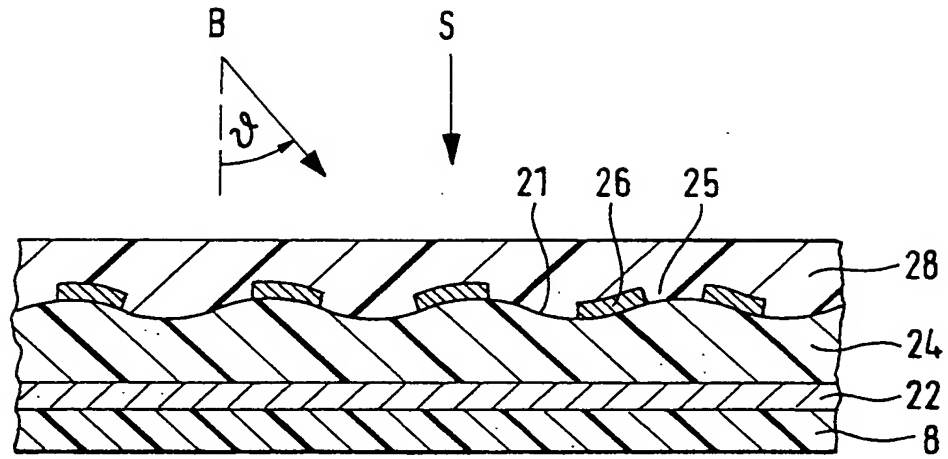


FIG. 5

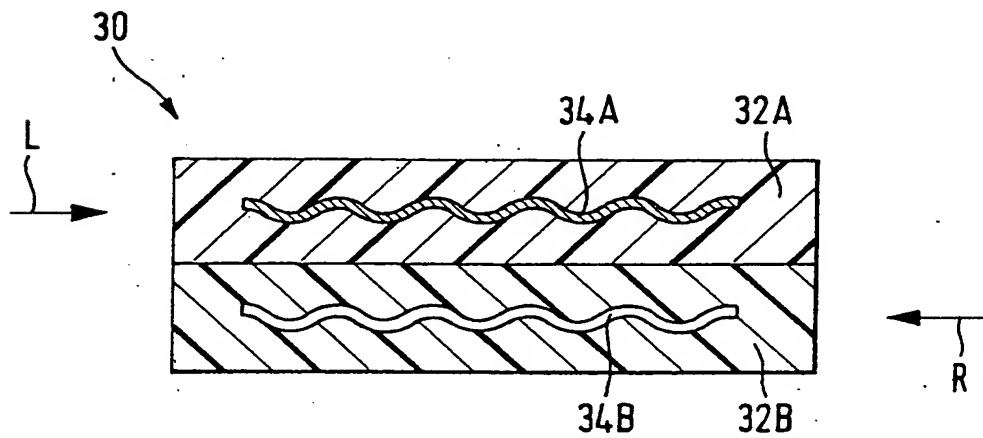


FIG. 6

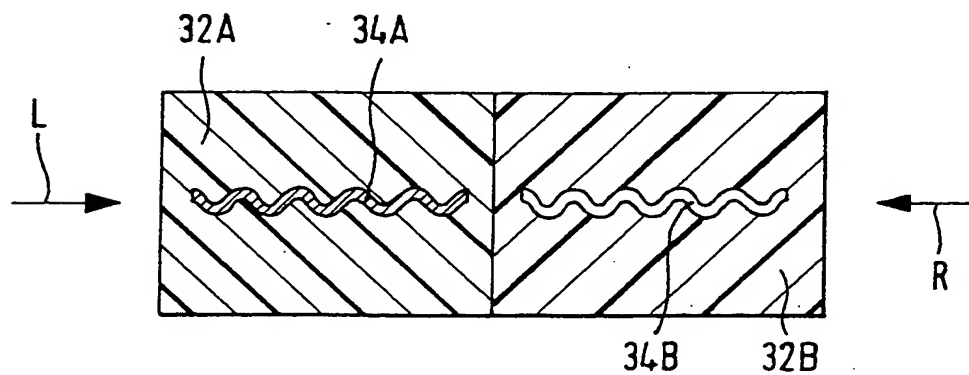
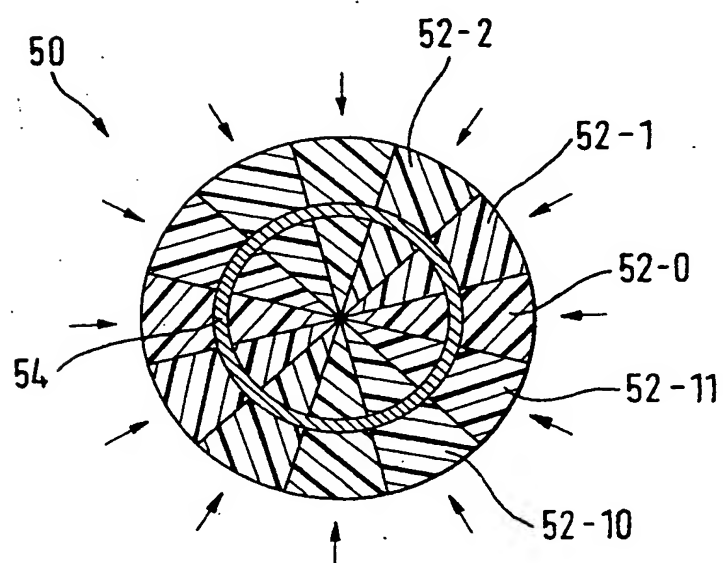
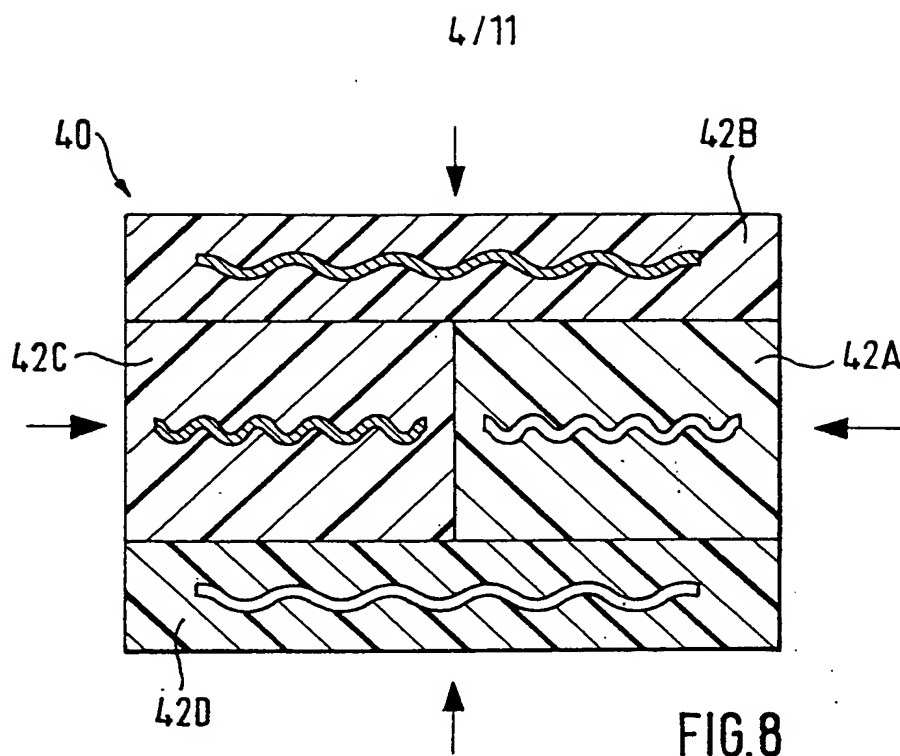
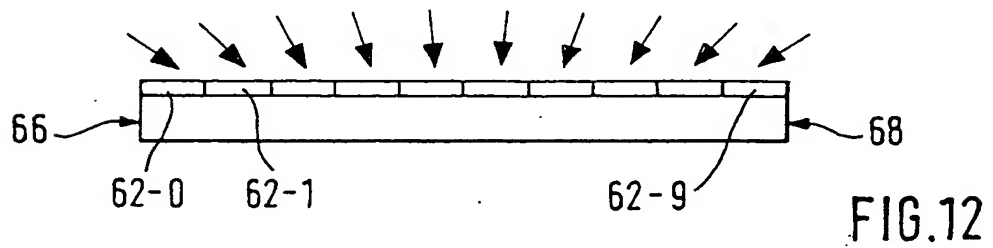
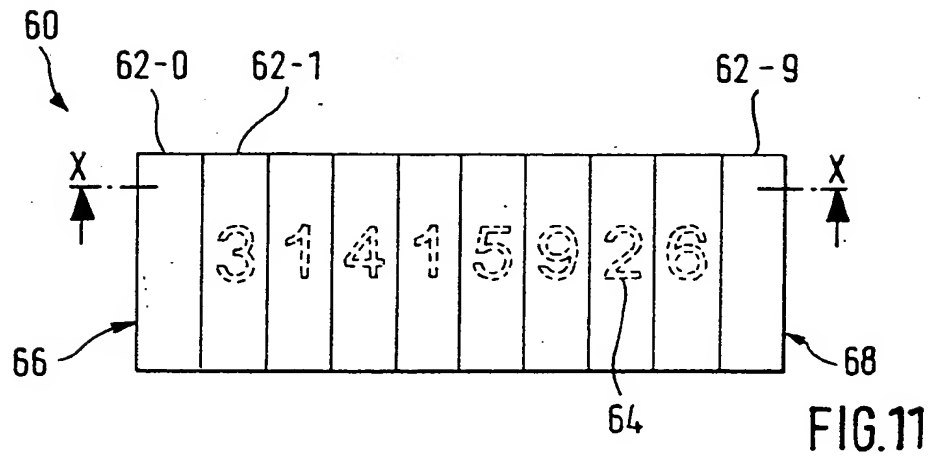
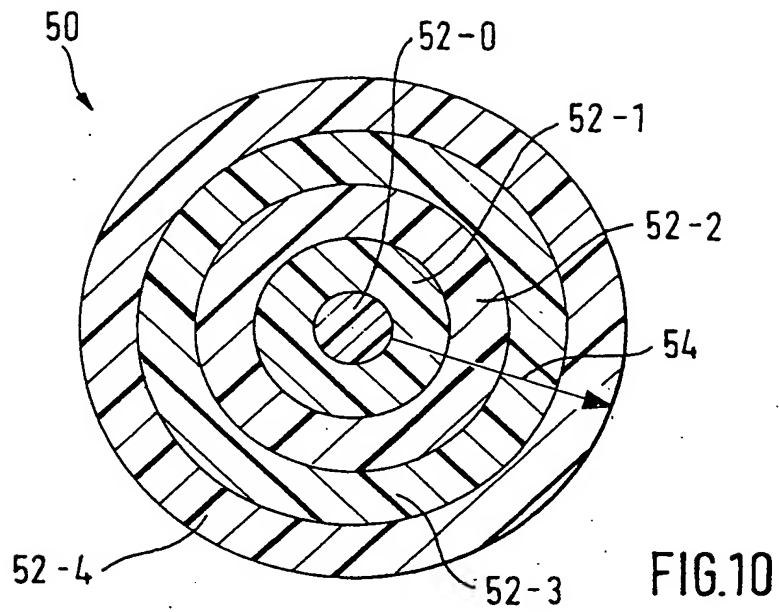


FIG. 7



5/11



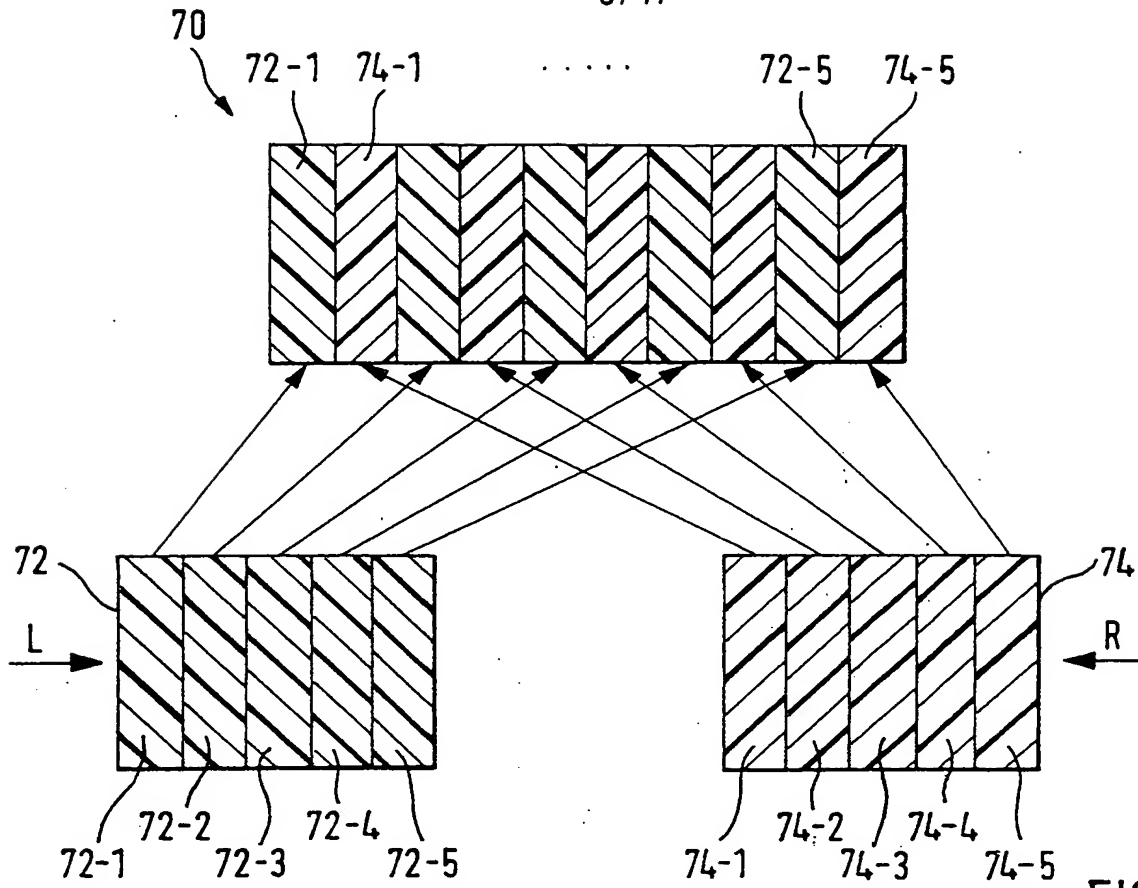


FIG. 13

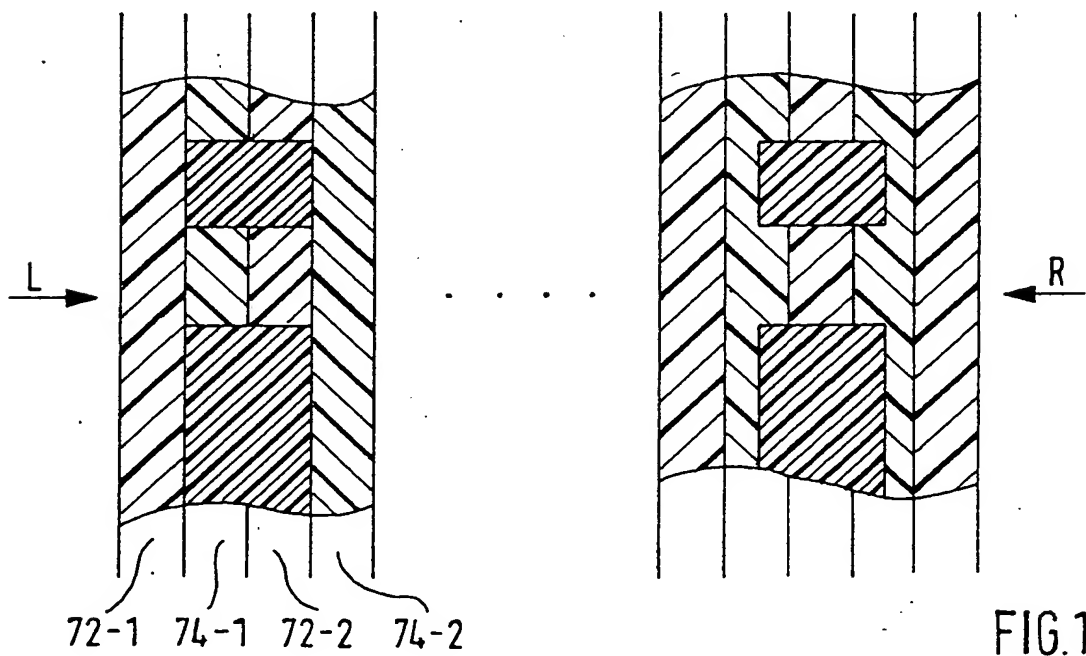


FIG. 14



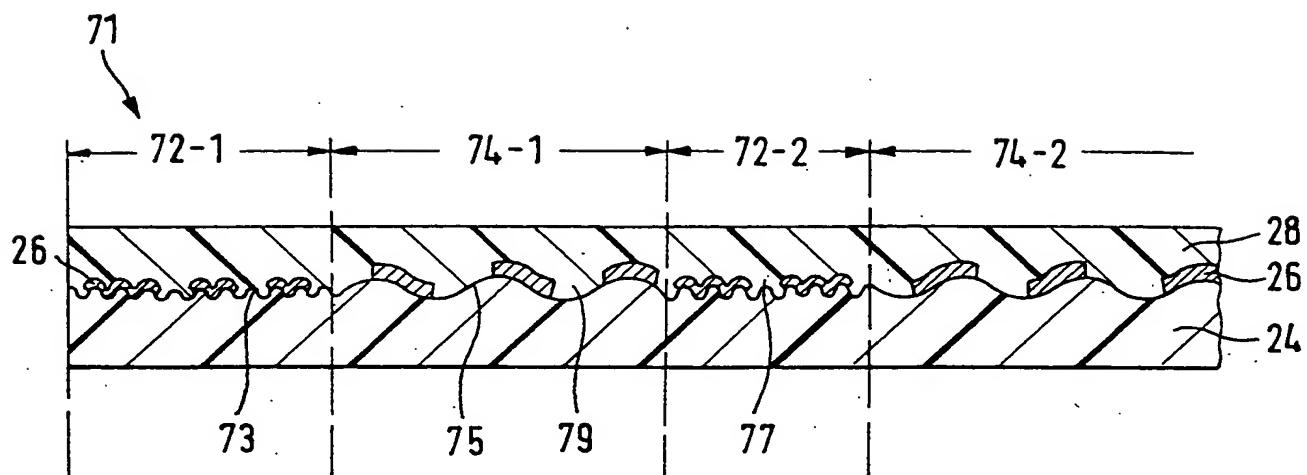


FIG. 15

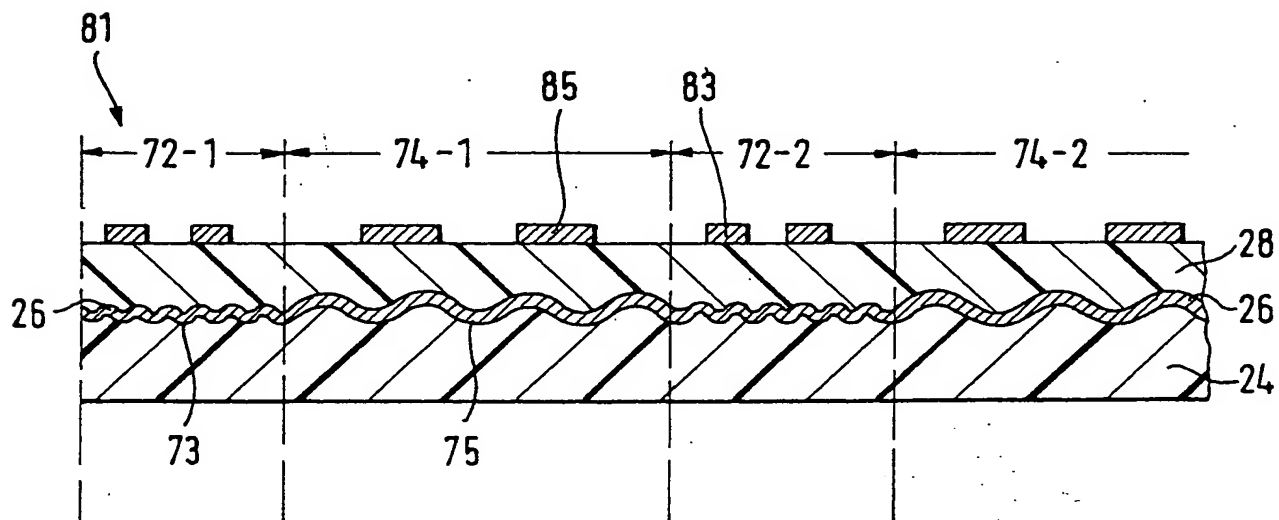
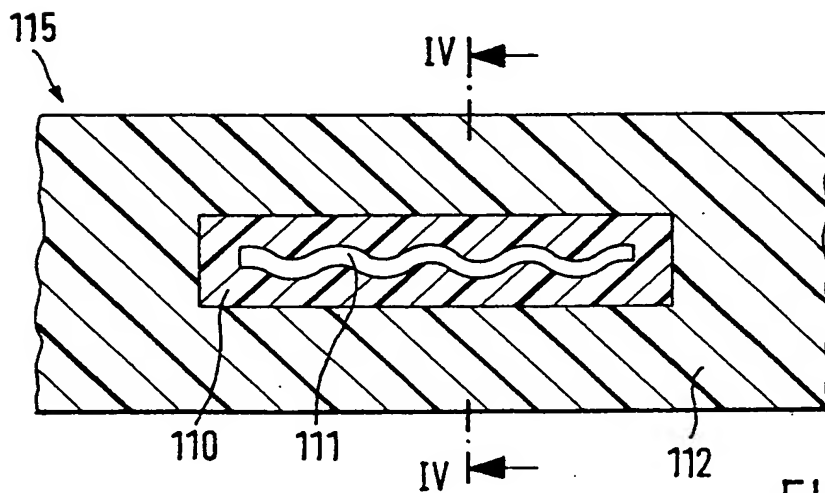
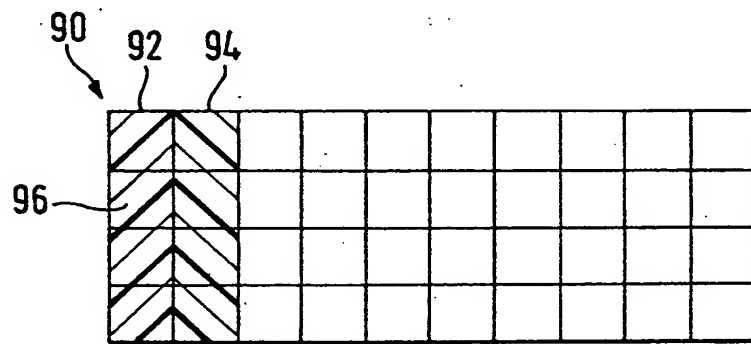
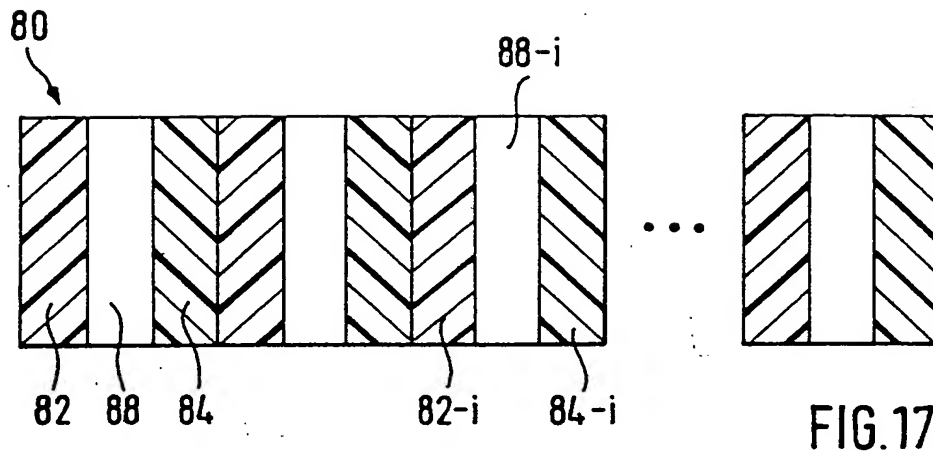
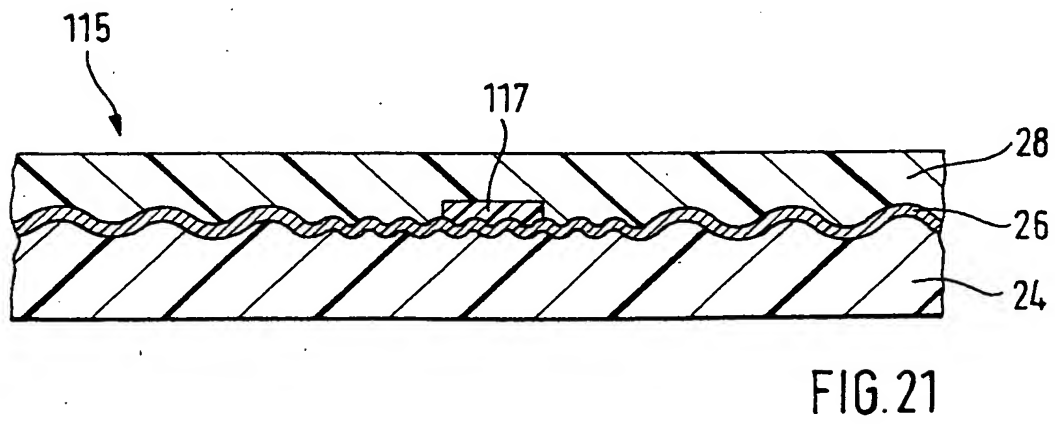
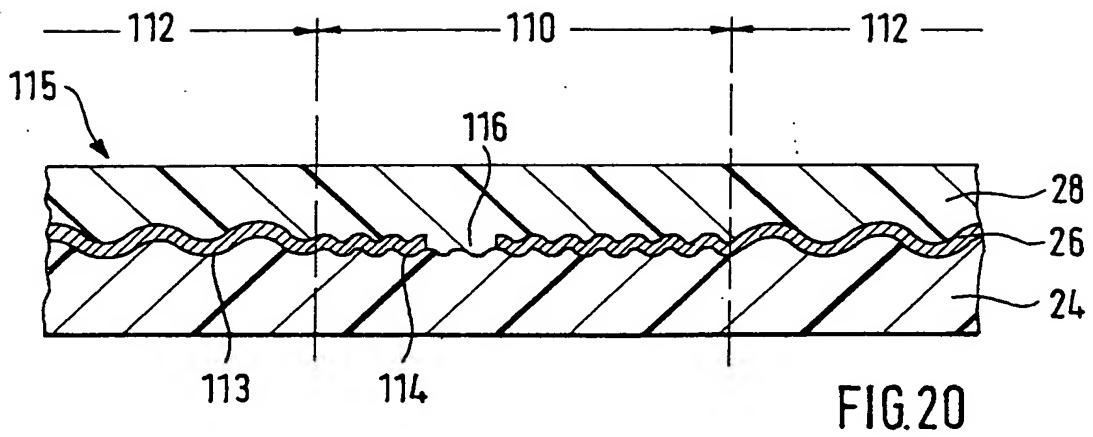


FIG. 16





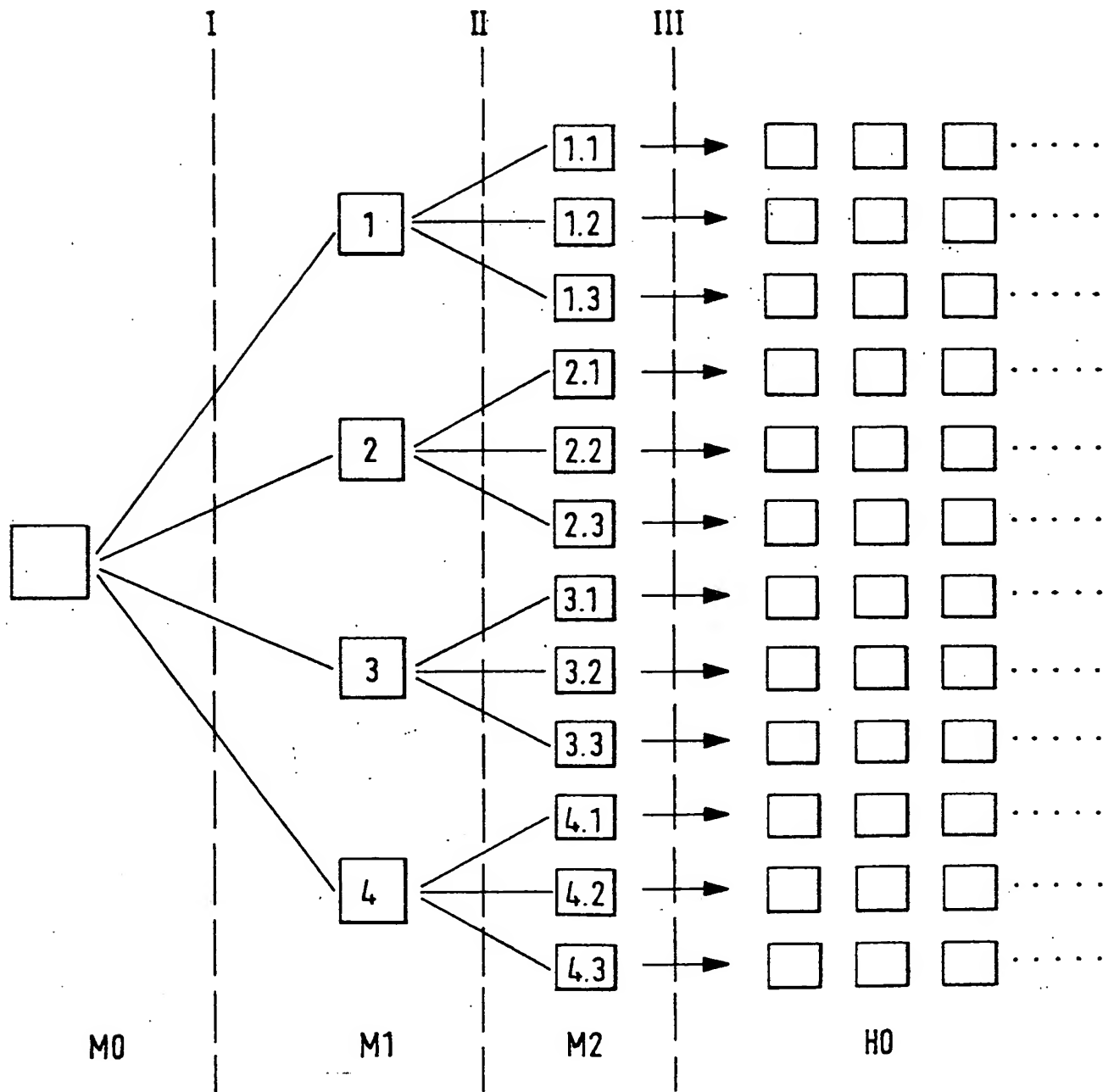


FIG.22

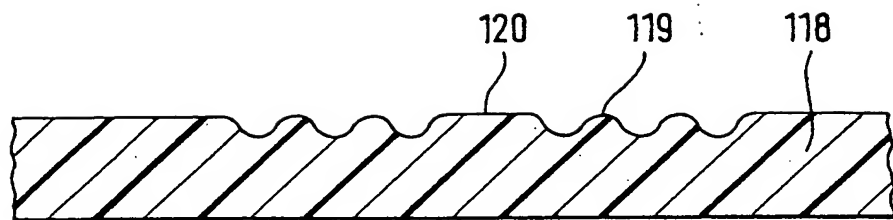


FIG. 23

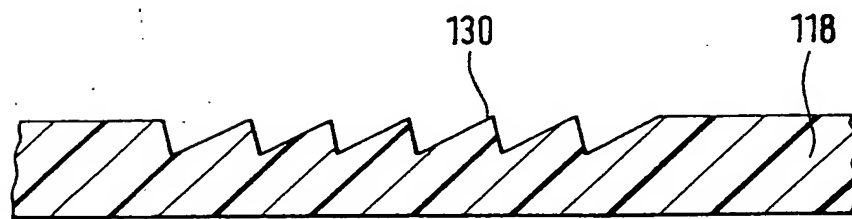


FIG. 24

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**